



JARA-BRAIN – Gebündelte Kompetenz

AN INITIATIVE OF

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

JÜLICH
FORSCHUNGSZENTRUM

Inhaltsverzeichnis

Grußwort

von Prof. Dr. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender
des Forschungszentrums Jülich, und von
Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmachtenberg, Rektor der RWTH Aachen _____ 6 - 7

JARA-BRAIN

Wissenschaftliche Allianz erforscht das Gehirn _____ 8 - 11

Typisch Mann? – Typisch Frau?

Geschlechtsunterschiede machen sich auch im Gehirn bemerkbar _____ 12

Transatlantisches Bündnis

Beim Internationalen Graduiertenkolleg „Schizophrenia and Autism“
kooperieren JARA-BRAIN Wissenschaftler in der Doktorandenausbildung _____ 13

Ambitionierter Nachwuchs

Vier JARA-BRAIN Juniorprofessoren forschen und arbeiten
am Universitätsklinikum Aachen und am Forschungszentrum Jülich _____ 14 - 17

Die menschliche Schaltzentrale

Darstellung des Gehirns und seiner Areale _____ 18 - 19

Gehirntraining im Kernspintomographen

Patienten mit Depressionen oder Halluzinationen
lernen, bestimmte Gehirnbereiche zu regulieren _____ 20 - 21

Ein einzigartiger Technologie-Gigant

Das neue Jülicher 9,4-Tesla-Hybridgerät baut ein Magnetfeld
auf, das 200.000 Mal so stark wie das der Erde ist _____ 21

Entdeckungsreise durch das Gehirn

JARA-BRAIN Wissenschaftler erstellen
einen dreidimensionalen Hirnatlas _____ 22 - 23



Ideale Vermittler

20 Milliarden Nervenzellen verarbeiten

Signale in der menschlichen Großhirnrinde _____ 24 - 25

Doppelspitze für JARA-BRAIN

Interview mit den beiden JARA-BRAIN Direktoren

Prof. Dr. Dr. Frank Schneider und Prof. Dr. Karl Zilles _____ 26 - 27

Kontaktstarke Experten

Synapsen sind hochspezialisierte

Kontaktstellen zwischen einzelnen Nervenzellen _____ 28 - 29

Auf der Suche nach der besten Therapie

Rund 800.000 Menschen leiden allein in

Deutschland an einer Schizophrenie _____ 30 - 31

Einen Tic(k) anders

Neue Untersuchungsmethoden bei motorischen und

vokalen Tics erweitern das Wissen über das Tourette-Syndrom _____ 32 - 33

Neue Messverfahren für junge Patienten

Autismus, Essstörungen oder ADHS: Betroffene Kinder

und Jugendliche benötigen spezielle Messmethoden _____ 34 - 35

Facts and Figures _____ 36 - 37

Bildnachweis _____ 38

Impressum _____ 39

Grußwort

Mit der Gründung der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) am 6. August 2007 erreichte die Zusammenarbeit zwischen der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich eine neue Qualität. Wo bis dahin Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler jeweils von Fall zu Fall Forschungsvorhaben gemeinsam angingen, entstand nun eine partnerschaftliche und dauerhafte Führungs- und Organisationsstruktur, um Themengebiete strategisch zu bearbeiten. Somit überwinden wir institutionelle Hürden und können gemeinsam die großen Herausforderungen besser angehen, vor denen unsere Gesellschaft steht. So stärken wir auch unsere Position im internationalen Wettbewerb um Förderung und die besten Forscherinnen und Forscher.

Gezielt erfolgte der Zusammenschluss in Forschungsfeldern, bei denen sich die Kompetenzen der Beteilig-

ten wirkungsvoll ergänzen. Dieses sind allesamt Gebiete, die für die Beantwortung wichtiger Zukunftsaufgaben von wesentlicher Bedeutung sind. Die mittlerweile vier Sektionen beschäftigen sich mit Fragen der Energieversorgung in der Zukunft (JARA-ENERGY), Simulationswissenschaften (JARA-SIM), der Zukunft der Informationstechnologie (JARA-FIT) und den in der Zukunft absehbar wachsenden Herausforderungen durch die Zunahme psychischer und neurologischer Erkrankungen (JARA-BRAIN).

JARA-BRAIN nutzt dabei sehr effizient die Chancen, die sich aus einer Verknüpfung von Spitzenforschung im Bereich der neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung und den besonderen Herausforderungen aus der Spitzenversorgung im Rahmen eines Universitätsklinikums ergeben. Die Idee der translationalen Forschung, d.h. der



Die beiden JARA-Präsidenten Prof. Dr. Achim Bachem, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich (rechts), und Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmachtenberg, Rektor der RWTH Aachen

engeren Verknüpfung von Grundlagenforschung und klinischer Forschung bis hin zur klinischen Versorgung, ist Grundlage, um den Herausforderungen durch die absehbare Zunahme psychischer und neurologischer Erkrankungen erfolgreich zu begegnen. Natürlich handelt es sich hier nicht um eine Einbahnstraße im Wissenstransfer, sondern um eine engere Verbindung in beide Richtungen. In JARA-BRAIN wird dies unter anderem in dem Modell des Clinician-Scientists erprobt, eines klinisch tätigen und verantwortlichen Arztes, der hinreichend Freiraum für

Grundlagenforschung oder klinische Forschung hat.

Heute zeigt sich in allen Sektionen: Die neue Form von Partnerschaft wird aktiv gelebt; RWTH Aachen und Forschungszentrum Jülich wachsen zusammen. So hat sich die Zahl gemeinsamer wissenschaftlicher Publikationen – als Ausweis erfolgreicher Arbeit – deutlich erhöht. Immer häufiger werden Veranstaltungen für Wissenschaft und breite Öffentlichkeit gemeinsam organisiert.

Wir haben JARA mit ehrgeizigen Plänen ins Leben gerufen, die im Exzellenzwettbewerb ausgezeichnet wurden.

Wesentliche Teile davon konnten wir in kürzester Zeit realisieren. Neue Stellen für Juniorprofessoren wurden geschaffen und mit Hilfe von Seed Fund Projekten neue Forschungsfelder etabliert. Dass JARA heute bereits nachweisbar hervorragende Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in die Region zieht, bestätigt uns: Wir sind mit der Allianz auf dem richtigen Weg.

Eine interessante Lektüre wünschen Ihnen

Prof. Dr. Achim Bachem,
Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich

Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmachtenberg,
Rektor der RWTH Aachen

JARA-BRAIN: Wissenschaftliche Allianz erforscht das Gehirn

Das Gehirn bestimmt unsere Gefühle, unsere Gedanken und unser Handeln. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und des Forschungszentrums Jülich gehen in JARA-BRAIN den Geheimnissen der menschlichen Schaltzentrale auf den Grund. Der bundesweit einzigartige Hirnforschungsverbund zwischen einer Universität und einer Großforschungseinrichtung hat das Ziel, den Aufbau und die Arbeitsweise des Gehirns besser zu verstehen – und so vielen Millionen Menschen zu helfen.

Psychische und neurologische Erkrankungen nehmen weltweit zu. Depressionen, Angst, Sucht und Demenz sind mittlerweile Volkskrankheiten: Bereits heute leiden laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) allein in Europa mehr als fünf Millionen Menschen an Demenz und mehr als 1,2 Millionen an Parkinson. Jeder fünfte Mensch muss damit rechnen, einmal in seinem Leben psychisch krank zu werden. Für Patienten und ihre Angehörigen bringen diese Krankheiten häufig einschneidende Veränderungen und Belastungen mit sich. Der Alltag kann nicht mehr alleine bewältigt werden. Das Umfeld reagiert häufig mit Unverständnis und grenzt sich ab. Einsamkeit und soziale Isolation sind

die Folge. Auch gesellschaftspolitisch betrachtet stellen psychische und neurologische Erkrankungen eine Herausforderung dar. Aufgrund der demographischen Entwicklung wird der Anteil an neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson weltweit dramatisch ansteigen. Schon heute sind allein in Deutschland 1,2 Millionen Menschen an Demenzen erkrankt. Tendenz steigend: Experten schätzen, dass die Patientenzahl allein in der Bundesrepublik bis 2050 auf rund vier Millionen angewachsen wird. In anderen Industrieländern sehen die Prognosen ähnlich aus. Dies hat immense finanzielle Folgen für die Gesundheitssysteme und die Volkswirtschaft dieser Länder.

Die moderne Hirnforschung gehört vor diesem Hintergrund zu den zentralen gesellschaftspolitischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Neue Strategien zur Diagnose und Therapie von psychischen und neurologischen Erkrankungen müssen entwickelt werden, um die Lebensqualität des Einzelnen und die Gesundheitssysteme der modernen Industriegesellschaften dauerhaft zu stabilisieren. Mit dem hochkarätigen Wissenschaftsverbund JARA-BRAIN stellen sich die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen und das Forschungszentrum Jülich gemeinsam dieser zentralen Zukunftsaufgabe. An die Stelle der früheren Einzelkooperationen trat



Psychische und neurologische Erkrankungen nehmen weltweit zu. Depressionen, Angst, Sucht oder Demenz sind mittlerweile Volkskrankheiten: Jeder fünfte Mensch muss damit rechnen, einmal in seinem Leben psychisch zu erkranken.

im August 2007 eine strategische Partnerschaft beider Forschungseinrichtungen, die Jülich Aachen Research Alliance (kurz JARA). Sie institutionalisiert und intensiviert die Zusammenarbeit zwischen der RWTH Aachen und der Jülicher Großforschungseinrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft auf verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten unter einer partnerschaftlichen Führung. Neben JARA-BRAIN entstanden zunächst zwei weitere Forschungsbereiche: JARA-FIT mit dem Forschungsschwerpunkt Informationstechnologie und JARA-SIM, mit dem Fokus Simulationwissenschaften. 2008 kam der Schwerpunkt Energie dazu (JARA-ENERGY).

Die Jülich Aachen Research Alliance (JARA)

Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen und das Forschungszentrum Jülich stellen sich zentralen gesellschaftspolitischen Herausforderungen der Zukunft.

Mit der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) wurde im August 2007 ein hochkarätiges Partnerschaftsmodell zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung geschaffen. JARA bedeutet Forschung auf einer neuen Qualitätsebene: Mit rund 3.800 Mitarbeitern und einem jährlichen Budget von 350 Mil-

lionen Euro schafft die Forschungsallianz einzigartige Bedingungen für Forschung und Lehre in den vier Sektionen JARA-BRAIN (Translational Brain Medicine), JARA-FIT (Fundamentals of Future Information Technology), JARA-SIM (Simulation Sciences) und JARA-ENERGY. Gemeinsam werden Forschungsziele definiert, wissenschaftliche Strategien festgelegt sowie akademisches Personal berufen und ausgebildet.



Das JARA-BRAIN Forschungsspektrum reicht von neuen Messtechniken und –verfahren über Grundlagenforschung bis hin zur klinischen Hirnforschung bei Primär Progressiver Aphasie oder beim kindlichen Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS).

Prof. Dr. Beate Hertz-Dahlmann

„Die Kinder- und Jugendpsychiatrie profitiert sehr von JARA-BRAIN. Zum einen durch den explizit geförderten interdisziplinären Austausch im Bereich der Neurowissenschaften, zum anderen durch das am Forschungszentrum Jülich vorhandene technische und methodische Know-how. Letzteres ermöglicht die Entwicklung neuer Verfahren für die Bildgebung bei Kindern, die mit kurzen Messzeiten funktionieren müssen. Ganz besonders schätze ich die Einführung der Junior-Professur zur translationalen Hirnforschung an unserer Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, die die Klinik und Forschung hervorragend vernetzt. Unser eigener Beitrag zu JARA-BRAIN ist die Integration des Entwicklungs-



aspektes, der für das Verständnis der Hirnfunktionen von großer Bedeutung ist.“

Prof. Dr. Beate Hertz-Dahlmann,

Direktorin der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie am Universitätsklinikum Aachen

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler¹ aus über 20 Kliniken und Instituten der Aachener Elitehochschule und aus fünf Instituten des Jülicher Forschungszentrums forschen in JARA-BRAIN daran, wie Gehirnerkrankungen künftig besser diagnostiziert und therapiert werden können. Dabei decken sie die ganze Erkenntniskette von der neurobiologischen Grundlagenforschung bis hin zur klinischen Entwicklung neuer Therapien ab. Wie ist unser Gehirn aufgebaut? Welche neurochemischen Vorgänge laufen in den Nervenzellen und Synapsen ab? Welche Gehirnareale sind bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) oder bei Parkinson-Patienten verändert? Wie wirken bestimmte Antipsychotika bei Schizophrenen? JARA-BRAIN Wissenschaftler gehen Fragen wie diesen in Aachen und Jülich nach. Ziel ist es, auf Basis neuer Grundlagenerkenntnisse die Prävention, Diagnose und Therapie von Hirnerkrankungen zu verbessern.

Die Vorteile der Allianz liegen auf der Hand: „JARA-BRAIN verknüpft die medizinische Kompetenz der Klinischen

Neurowissenschaften am Universitätsklinikum Aachen mit der Methodenkompetenz und der herausragenden technischen Infrastruktur am Institut für Neurowissenschaften und Medizin des Forschungszentrums Jülich“, erläutert Prof. Dr. Frank Schneider, Direktor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen. So etablierten Jülicher Wissenschaftler unter anderem das weltweit einzigartige „9komma4“-Gerät, ein Hybridsystem, das die Möglichkeiten eines Positronen-Emissionstomographen (PET) mit denen eines Magnetresonanztomographen (MRT) kombiniert. Wissenschaftler erhalten so eine völlig neue Qualität an Hirnbildern. Prof. Dr. Karl Zilles, Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich: „Unser gemeinsames Ziel ist das bessere Verständnis von Struktur und Funktion des Gehirns beim gesunden und kranken Menschen. Ein einzelnes Institut kann diese komplexe Forschungsarbeit nicht leisten. Forschungszentren wie Jülich verfügen zwar über extrem aufwändige High-Tech-Geräte und wissenschaftliche Grundlagenkompetenz. Uns fehlen aber die Patientenkontakte und die klinische Erfahrung, die für

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf den folgenden Seiten lediglich die männliche Form für beide Geschlechter verwendet.

Das Aachen-Jülicher Führungsduo von JARA-BRAIN



„JARA-BRAIN verknüpft die medizinische Kompetenz der Klinischen Neurowissenschaften am Universitätsklinikum Aachen mit der Methodenkompetenz und der herausragenden technischen Infrastruktur am Institut für Neurowissenschaften und Medizin des Forschungszentrums Jülich.“

Prof. Dr. Dr. Frank Schneider,
JARA-BRAIN Direktor und Direktor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen

„Unser gemeinsames Ziel ist das bessere Verständnis von Struktur und Funktion des Gehirns beim gesunden und kranken Menschen. Ein einzelnes Institut kann diese komplexe Forschungsarbeit nicht leisten.“

Prof. Dr. Karl Zilles,
JARA-BRAIN Direktor und Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich



kindlichen Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS). Seed Fund heißt übersetzt „gesäte Geldmittel“. Die JARA-Anschubfinanzierung dient unter anderem auch dazu, Projekte anzustoßen, die sich in einem sehr experimentellen Stadium befinden. JARA-BRAIN Geschäftsführer Volker Backes: „Wir verfolgen nicht nur die etablierten Wissenschaftspfade, sondern unterstützen bewusst auch neue Forschungsansätze. Unser Ziel ist es – um im Bild zu bleiben - mit den gesäten Geldmitteln eine möglichst reiche Ernte einzufahren.“

viele Forschungsansätze wichtig sind.“ Als Aachen-Jülicher Führungsduo leiten die beiden JARA-BRAIN Direktoren die in Deutschland einzigartige Hirnforschungskoooperation.

JARA-BRAIN Juniorprofessoren arbeiten als „Clinician Scientists“ sowohl wissenschaftlich als auch klinisch in Aachen und Jülich

Die JARA-BRAIN Kooperation hat nicht nur wissenschaftliche Forschungsschwerpunkte, sondern basiert auch auf einem spezifischen organisatorischen und strukturellen Konzept. Personalentscheidungen, etwa Berufungen, werden gemeinsam getroffen. So wurde im Rahmen von JARA-BRAIN eine neue Professur „Neuropsychologische Geschlechterforschung“ eingerichtet, die geschlechtsspezifische Einflüsse bei der Diagnose und Therapie von Patienten untersucht. Außerdem begannen drei Juniorprofessoren und eine Juniorprofessorin ihre Tätigkeit als „Clinician Scientists“. „Mit dem Modell des ‚klinischen Forschers‘ unterstützen wir ambitionierte Nachwuchswissenschaftler bei ihren Forschungstätigkeiten. Gleichzeitig erfüllt jedoch jeder der Vier auch klinische Aufgaben“, erläutert

Frank Schneider. Die Dualität von Klinik und Forschung mit eigener Ausstattung und eigenen Mitarbeitern wird von den Juniorprofessoren sehr geschätzt. „Die JARA-BRAIN Juniorprofessur ermöglicht mir ein unabhängiges wissenschaftliches Arbeiten unter exzellenten Bedingungen, gleichzeitig kann ich mich aber auch zum Facharzt weiterbilden“, ergänzt Prof. Dr. Florian Daniel Zepf, der als Assistenzarzt und Juniorprofessor an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie am Universitätsklinikum Aachen tätig ist.

Um innovative Forschungsprojekte innerhalb der Jülich-Aachener Forschungsallianz anzustoßen, wurden insgesamt 2,55 Mio. Euro Fördergelder über so genannte JARA Seed Funds bereitgestellt. Wissenschaftler aus allen Sektionen reichten hierfür Projektanträge ein. JARA-BRAIN fördert derzeit elf Seed Funds. Dabei reicht das Themenspektrum von neuen Messtechniken und -verfahren (Realtime fMRI and Neurofeedback Platform for JARA-BRAIN oder Development of Distorsions-Free Diffusion Tensor Imaging and Application) über Grundlagenforschung (In vivo Characterization of Brain Networks) bis hin zur kliniknahen Hirnforschung bei Primär Progressiver Aphasie oder beim

Prof. Dr. Jörg B. Schulz

„Aufgrund der stetig steigenden Lebenserwartung werden neurologische Erkrankungen in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren weiterhin dramatisch zunehmen. Um die Lebensqualität der Betroffenen zu steigern und die Gesundheitskosten stabil zu halten, muss die medizinische Forschung mit Hochdruck neue Diagnosemethoden und Therapieangebote entwickeln. JARA-BRAIN stellt dafür einen exzellenten Forschungsrahmen. Aachener und Jülicher Biologen, Neurologen, Psychiater und Psychologen forschen interdisziplinär an den neurobiologischen Ursachen von Parkinson, Demenz und anderen neurologischen Erkrankungen. Dabei profitieren wir von den herausragenden technischen Geräten am Universitätsklinikum Aachen und am Forschungszentrum Jülich.“



Prof. Dr. Jörg B. Schulz,
Direktor der Neurologischen Klinik am Universitätsklinikum Aachen



In den Neurowissenschaften werden bisher die Einflüsse des Geschlechts sowohl bei der Diagnose als auch bei der Therapie von Patienten zu wenig berücksichtigt. Deshalb wurde an der RWTH Aachen das neue Forschungsgebiet „Neuropsychologische Geschlechterforschung“ eingerichtet.

Typisch Mann? – Typisch Frau?

Frauen haben mehr Einfühlungsvermögen als Männer: so eine weit verbreitete Meinung. Doch erste wissenschaftliche Studien beweisen: Emotionale Ereignisse werden von beiden Geschlechtern gleich intensiv erlebt. Der kleine, aber feine Unterschied liegt tiefer – in den unterschiedlichen Verarbeitungsmechanismen im Gehirn.

„Stellen Sie sich vor, Sie verlieren ein wertvolles Erinnerungsstück. Wie fühlen Sie sich?“ Bei einer Empathiestudie an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen mussten Männer und Frauen Fragen wie diese mittels Knopfdruck auf einer Skala beantworten. Anstatt auf einem Schreibtischstuhl zu sitzen, lagen die Probanden allerdings bei der Studie im Kernspintomographen. So war es dem wissenschaftlichen Team um Prof. Dr. Ute Habel parallel möglich, die Entscheidungsabläufe der Probanden im Gehirn zu beobachten. Mit interessanten Ergebnissen: Zwar zeigten die teilnehmenden Männer die gleiche Intensität an Mitgefühl wie die Frauen. Ihre emotionalen Verarbeitungsprozesse im Gehirn unterschieden sich allerdings eklatant. „Beim emotionalen Nacherleben zeigte sich, dass Frauen unter anderem im frontalen, cingulären und insulären Kortex sowie im Hippokampus deutlich mehr Gehirnaktivität aufwiesen als die Männer“, berichtet

die Psychologin, die das Forschungsgebiet Neuropsychologische Geschlechterforschung innerhalb der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen leitet. Männer dagegen zeigten beim Nacherleben in keiner der Hirnregionen stärkere Aktivität. Warum die Gehirnaktivitäten geschlechtsspezifisch differieren, ist bisher allerdings ungeklärt.

Das kürzlich etablierte Forschungsgebiet Neuropsychologische Geschlechterforschung erweitert das wissenschaftliche Forschungsspektrum von JARA-BRAIN: „In den Neurowissenschaften wurden mögliche Effekte und Einflüsse des Geschlechts bisher sowohl bei der Diagnose als auch bei der Therapie von Patienten zu wenig berücksichtigt“, erläutert Ute Habel. Unterschiedliche Sozialisationsprozesse oder körperliche Unterschiede – etwa beim Hormonstatus – können aber durchaus Auswirkungen auf die Hirnaktivierung und die Verarbeitung von Informationen haben. So zeigten

diese und weitere Studien unter anderem auch, dass Frauen vor dem Eisprung Emotionen besser erkennen als in anderen Zyklusphasen. Parallel war im Kernspin in der so genannten folliculären Phase eine deutlich höhere Amygdala-Aktivität zu erkennen. „Die Sensibilität vor dem Eisprung lässt sich aus evolutionärer Sicht interpretieren“, erklärt Ute Habel. „Die erhöhte soziale Aufmerksamkeit kann die Partnerwahl in der fruchtbaren Phase erleichtern.“ Was können die festgestellten Geschlechtsunterschiede in heutiger Zeit an positiven Auswirkungen für die Therapie von psychiatrischen Erkrankungen bringen? „Wir betreiben Grundlagenforschung. Generell aber gilt: Je mehr wir über die Vorgänge im Gehirn Bescheid wissen, desto individueller und erfolgreicher können neue Therapien etabliert werden.“



Die IRTG-Wissenschaftler arbeiten mit modernsten bildgebenden Verfahren.



Engagiert sich für den transatlantischen Austausch: IRTG-Koordinatorin Prof. Dr. Ute Habel.

Transatlantisches Bündnis

Wissenschaftlicher Fortschritt lebt von hervorragend ausgebildetem Nachwuchs. Das Internationale Graduiertenkolleg 1328 „Schizophrenia and Autism“ praktiziert dies erfolgreich. Aachener und Jülicher JARA-BRAIN Wissenschaftler forschen gemeinsam mit Kollegen der renommierten amerikanischen University of Pennsylvania. IRTG-Koordinatorin Prof. Dr. Ute Habel stellt das hochkarätige Ausbildungsprogramm vor.

Frau Professor Habel, was sind die herausragenden Merkmale des IRTG-Ausbildungsprogramms?

Prof. Habel: Das IRTG-Ausbildungsprogramm zeichnet sich zunächst einmal durch eine große Strukturiertheit aus. Dies ist in der Doktorandenausbildung in Deutschland noch eher selten. Hinzu kommt seine interdisziplinäre und internationale Ausrichtung. Als Internationales Graduiertenkolleg bietet es den Doktoranden die Möglichkeit, ein halbes Jahr an einer renommierten amerikanischen Universität zu forschen. Wir kooperieren mit der University of Pennsylvania, die Mitglied der Ivy-League ist, in der sich acht amerikanische Spitzenuniversitäten zusammengeschlossen haben. Die enge Zusammenarbeit zeigt sich auch in unserer personellen Doppelspitze. Wir haben zwei IRTG-Sprecher: von RWTH-Seite Prof. Dr. Frank Schneider und Prof. Dr. Ruben C. Gur von der University of Pennsylvania. Und last but not least: Das IRTG ist das einzige deutsche Graduiertenkolleg zum The-

ma Schizophrenie und Autismus und dessen neuronaler Grundlagen unter Anwendung bildgebender Verfahren.

Was sind die wesentlichen strukturellen Elemente der Ausbildung?

Prof. Habel: Die Stipendiaten haben für ihre Doktorarbeit sowohl einen amerikanischen als auch einen deutschen Supervisor, der sie intensiv und regelmäßig betreut. Dies geschieht unter anderem bei unserer jährlichen Winter School, die gemeinsam von beiden Universitäten organisiert wird. Sie findet im Wechsel einmal in den USA und einmal in Deutschland statt. Darüber hinaus gibt es aber noch eine ganze Reihe von gemeinsamen Veranstaltungen, beispielsweise unser Gastprofessorenprogramm. Wir laden nationale und internationale Experten ein, so dass die Stipendiaten schon früh in ihrer Forscherkarriere ein internationales Netzwerk aufbauen können. Regelmäßige Vorstellungen der Projekte durch die Doktoranden sowie zahlreiche weitere methodisch-klinische Workshops und

Soft Skills Trainings runden das Ausbildungskonzept ab.

Welche Disziplinen sind im IRTG vertreten?

Prof. Habel: Das IRTG zeichnet sich auch durch eine große Interdisziplinarität aus. Bei uns forschen Mediziner, Psychologen, Biologen, Physiker, Informatiker, Neurowissenschaftler, Juristen und Linguisten. Die meisten arbeiten im engen thematischen Bereich des IRTG, das Emotionen, Schizophrenie, Autismus und moderne Bildgebung einschließt. Die Wissenschaftler dies- und jenseits des Atlantiks kooperieren dabei sehr eng. Ein gutes Beispiel: Am Institut für Informatik entwickeln beispielsweise amerikanische Doktoranden gemeinsam mit RWTH-Studierenden computergestütztes Testmaterial für unsere Untersuchungen im funktionalen Kernspintomographen (fMRT). Vom IRTG profitieren somit nicht nur die Doktoranden, sondern auch andere Studierende und Mitarbeiter der RWTH Aachen und der University of Pennsylvania.

Ambitionierter Nachwuchs

Forschungsfreiheit und klinische Ausbildung und Tätigkeit in einem: Für vier ambitionierte Nachwuchswissenschaftler ist dies keine Wunschvorstellung, sondern Realität. Die JARA-BRAIN Juniorprofessoren forschen und arbeiten parallel am Universitätsklinikum in Aachen und am Forschungszentrum Jülich.

Prof. Dr. med. Kathrin Reetz

JARA-BRAIN Juniorprofessorin an der Neurologischen Klinik, Universitätsklinikum Aachen, und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

„Die Jülich Aachen Research Alliance bietet mir als Clinician Scientist eine einzigartige Kombination aus Klinik, Forschung und höchster technisch-methodischer Kompetenz.“

Werdegang

Studium

1997 - 2004

Studium der Humanmedizin an der Universität Köln

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Seit Februar 2009

JARA-BRAIN Juniorprofessorin an der Neurologischen Klinik, RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

Oktober 2007 - Januar 2009

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Center for Neurosciences, Feinstein Institute for Medical Research, New York, USA (Prof. Dr. D. Eidelberg)

Januar - Dezember 2006

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Systemische Neurowissenschaften, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg (Prof. Dr. med. C. Büchel, Principal Investigators: Prof. Dr. med. F. Binkofski und Prof. Dr. med. H. R. Siebner)

Oktober 2004 - September 2007

Mitglied des Forschungsverbands NeuroImage Nord der Universität zu Lübeck

(Prof. Dr. med. F. Binkofski)

Stipendium

Januar 2008 - Februar 2009

Forschungsstipendium (FUL) der Medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck

Januar 2008 - Februar 2009

Forschungsstipendium der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG)

August 2005 - Dezember 2006

Forschungsstipendium (FUL) der Medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck

Klinische Tätigkeiten

Seit Februar 2009

Assistenzärztin an der Neurologischen Klinik, Universitätsklinikum Aachen (Prof. Dr. med. J. B. Schulz)

Juli 2004 - September 2007

Assistenzärztin an der Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universität zu Lübeck (Prof. Dr. med. D. Kömpf)

Wissenschaftlicher Schwerpunkt der JARA-BRAIN Arbeitsgruppe von Kathrin Reetz ist es, spezifische Bildgebungsmarker für neurodegenerative Erkrankungen durch innovative bildgebende



Verfahren zu identifizieren und diese im Kontext klinisch-neuropsychiatrischer und genetischer/laborchemischer Parameter zu bewerten. Hierdurch soll ein besseres pathophysiologisches Verständnis für neurodegenerative Erkrankungen gewonnen werden, um künftig individuelle Erkrankungsrisiken und -verläufe besser vorhersagen zu können. Besonderes Interesse besteht an den präsymptomatischen und frühen Stadien neurodegenerativer Erkrankungen. Aktuelle Forschungsschwerpunkte umfassen vorwiegend die neurodegenerativen Krankheitsbilder Parkinson-Syndrom, Huntington-Erkrankung, spinocerebelläre Ataxien und dementielle Erkrankungen.

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Aachen, und am Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

„Als klinischer Wissenschaftler habe ich bei JARA-BRAIN genügend Ressourcen, um Klinik und Wissenschaft zu verknüpfen und dabei methodisch komplexe Untersuchungen im direkten Patientenkontakt anzuwenden.“

Werdegang

Studium

1990 - 1997

Studium der Humanmedizin an der Universität des Saarlandes in Homburg (Saar)

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Seit Januar 2009

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

1998 - 2005

Wissenschaftlicher Angestellter an der Psychiatrischen Universitätsklinik Mainz

Klinische Tätigkeiten

Seit Februar 2005

Oberarzt an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Aachen (Prof. Dr. Dr. Frank Schneider)

2001 - 2002

Assistenzarzt an der Neurologischen Universitätsklinik Mainz (Prof. Dr. Otto Benkert und Prof. Dr. Lutz G. Schmidt)

Auszeichnungen

Emanuela Dalla Vecchia-Preis 2009

zur Erforschung von Depressivität bei psychischen Erkrankungen

Bursary Young Scientist Award anlässlich des Meetings „Neuroreceptor Mapping 2009“

Organon-Poster Preis, 1999

Psychischen Erkrankungen - aber auch dem gesunden Verhalten, Denken und Erleben - liegen hochkomplexe neurobiologische Prozesse zu Grunde. Diese können ohne ein grundlegendes Verständnis der Abläufe in der biologischen Informationsvermittlung nicht verstanden werden. Ziel der Arbeitsgruppe von Ingo Vernaleken ist es, mit Hilfe der molekularen Bildgebung diese Prozesse zu verstehen und die Ergebnisse unmittelbar für eine verbesserte Diagnostik und Therapie psychischer Erkrankungen nutzbar zu machen. Mit Hilfe der Positronen-Emissionstomographie (PET) werden Gehirnstrukturen und deren Veränderungen sichtbar gemacht. Zielstrukturen können Rezeptoren für Botenstoffe, deren Transporter oder auch Synthese-Enzyme sein. Die Arbeitsgruppe verfolgt unter anderem folgende



Forschungsschwerpunkte: Störung der dopaminergen Transmission im Rahmen von Schizophrenie-Erkrankungen und affektiven Störungen, Früherkennung von psychotischen Erkrankungen mittels PET, Effekte antipsychotischer oder antidepressiver Medikation auf das Dopamin-System, Einfluss von abhängigkeits erzeugenden Substanzen auf das Dopamin-System, genetische Polymorphismen und der Zusammenhang mit den Botenstoff-Systemen sowie die Analyse neurobiologischer Vorgänge im Rahmen der tiefen Hirnstimulation bei therapieresistenten seelischen Erkrankungen (z.B. Tourette-Syndrom).

Prof. Dr. med. Simon Eickhoff

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Aachen, und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

„Durch die Kombination der modernen bildgebenden Verfahren mit mathematischen Modellen effektiver Konnektivität können im Rahmen von JARA-BRAIN Veränderungen von Netzwerkfunktionen, etwa bei Schizophrenie oder Depression, dargestellt und analysiert werden.“

Werdegang

Studium

1999 - 2006

Studium der Humanmedizin an der RWTH Aachen; Auslandsaufenthalte in Sydney, Sheffield und London

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Seit Januar 2009

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

Mai 2006 - Dezember 2008

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Neurowissenschaften und Medizin, Forschungszentrum Jülich (Prof. Dr. Karl Zilles)

Klinische Tätigkeiten

Seit Januar 2009

Assistenzarzt an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Aachen (Prof. Dr. Dr. Frank Schneider)

Seit Dezember 2007

Visiting Lecturer, Academic Department of Psychiatry, University of Sheffield (Prof. Dr. Peter Woodruff)

Auszeichnungen

Forschungsförderpreis „Imaging in der Psychiatrie und Psychotherapie“, November 2009

Promotionspreis der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf für die **beste medizinische Dissertation** des Jahres 2006/2007, Juli 2008

Stipendiat der **Studienstiftung des deutschen Volkes**, 2000 - 2006

Um psychiatrische Erkrankungen wie Schizophrenie, Depression oder Demenz besser diagnostizieren und therapieren zu können, ist ein detailliertes Verständnis der Organisationsprinzipien des menschlichen Gehirns nötig. Ziel der Arbeitsgruppe „Translationale Hirnforschung: Neuropsychiatrische Systembiologie“ ist es, zu einem solchen Verständnis durch eine Kombination neurowissenschaftlicher Grundlagenforschung mit klinischen Fragestellungen beizutragen. Wie sind die motorischen, kognitiven und emotionalen Leistungen zu Grunde liegenden Prozesse im Gehirn organisiert? Auf welche Weise interagieren die be-



teiligten Gehirnregionen miteinander, um funktionelle Netzwerke zu bilden? Wie sind regionale Funktionen oder die Integration verschiedener Teilleistungen bei Patienten mit psychiatrischen oder neurologischen Erkrankungen beeinträchtigt? In aktuellen Drittmittelprojekten werden unter anderem die Grundlagen der Handlungskontrolle im menschlichen Gehirn auf systembiologischer Ebene untersucht. Darüber hinaus werden in Kooperation mit der University of Texas Verfahren zur Durchführung von quantitativen Meta-Analysen funktioneller Bildgebungsstudien entwickelt und angewandt. Ziel ist es, die vielfältigen Ergebnisse funktionaler Bildgebungsstudien objektivierbar zu integrieren, um so valide Aussagen über physiologische und pathologische Aktivität zu erhalten.

Juniorprofessoren bei JARA-BRAIN

Prof. Dr. med. Florian Daniel Zepf

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Universitätsklinikum Aachen, und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

“Die Juniorprofessur im Rahmen von JARA-BRAIN ermöglicht mir ein unabhängiges wissenschaftliches Arbeiten unter exzellenten Bedingungen. Gleichzeitig kann ich meine Weiterbildung zum Facharzt fortführen.“

Werdegang

Studium

1999 - 2006

Studium der Humanmedizin an der J.W. Goethe Universität Frankfurt am Main. Auslandsaufenthalte in Sydney/ Australien (University of Sydney)

Wissenschaftliche Tätigkeit

Seit April 2009

JARA-BRAIN Juniorprofessor an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (Prof. Dr. Beate Herpertz-Dahlmann), RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich (Institut für Neurowissenschaften und Medizin)

Klinische Tätigkeiten

Seit April 2009

Assistenzarzt an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen

2006 - 2009

Assistenzarzt, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters, J.W. Goethe Universität Frankfurt am Main (Prof. Dr. med. F. Poustka)

Auszeichnungen

Young Minds in Psychiatry Award 2007 der American Psychiatric Association (APA/APIRE)

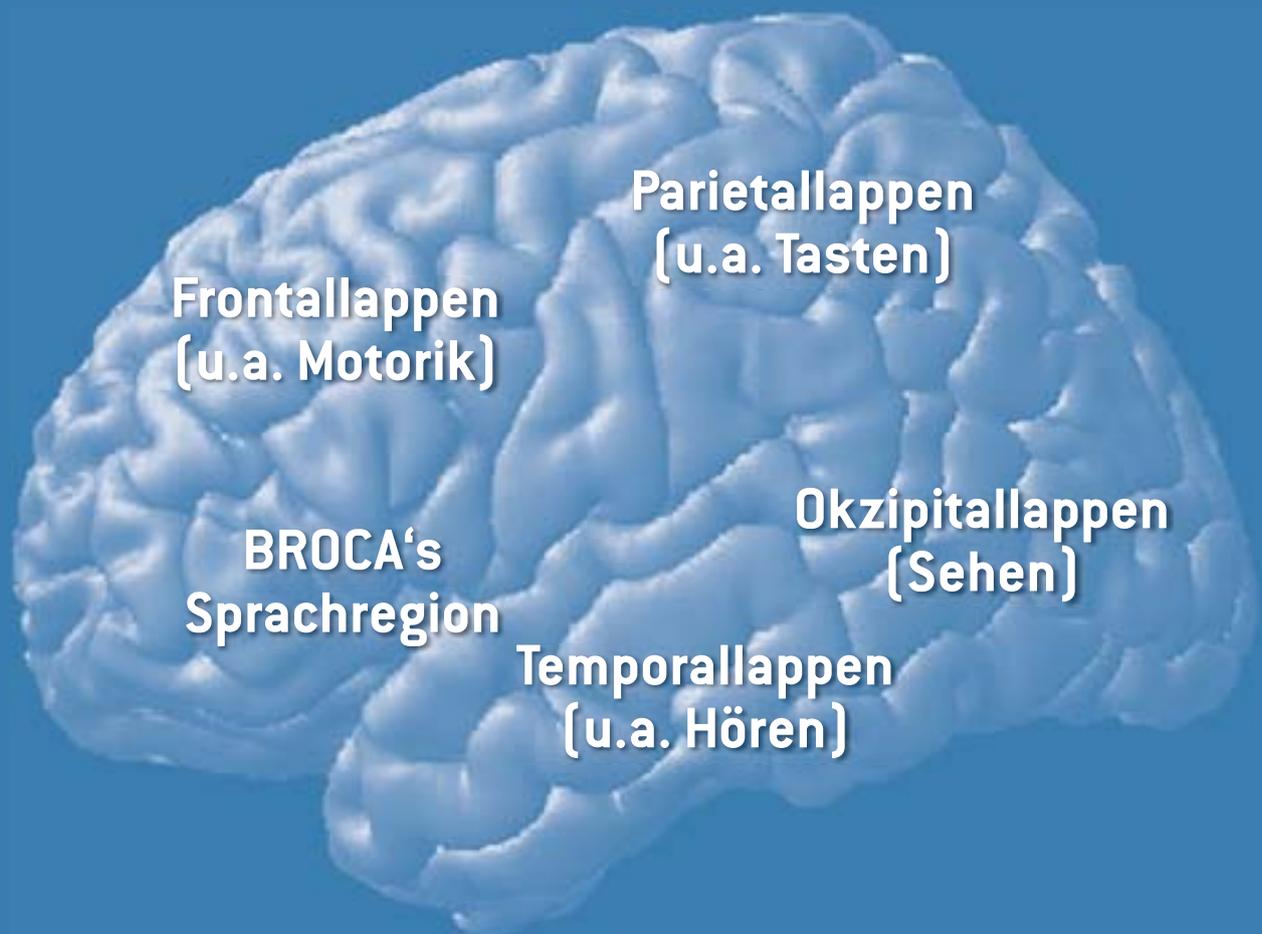
D.J. Cohen Fellowship Award 2006 der IACAPAP (International Association of Child and Adolescent Psychiatry and Allied Professions).

Young Scientist Award 2005 der World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP).

Die Arbeitsgruppe von Florian Zepf untersucht entwicklungsbezogene Aspekte psychiatrischer Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen. Dabei kommen Methoden aus der strukturellen und funktionellen Bildgebung, der Neurochemie und der Elektrophysiologie sowie der Molekulargenetik zum Einsatz. Ein besonderer Schwerpunkt sind hierbei kognitive und emotionale Vorgänge sowie deren normale und veränderte Entwicklung im Rahmen psychischer Störungen wie beispielsweise einem Aufmerksamkeits-Defizit/Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS). In verschiedenen Forschungsprojekten

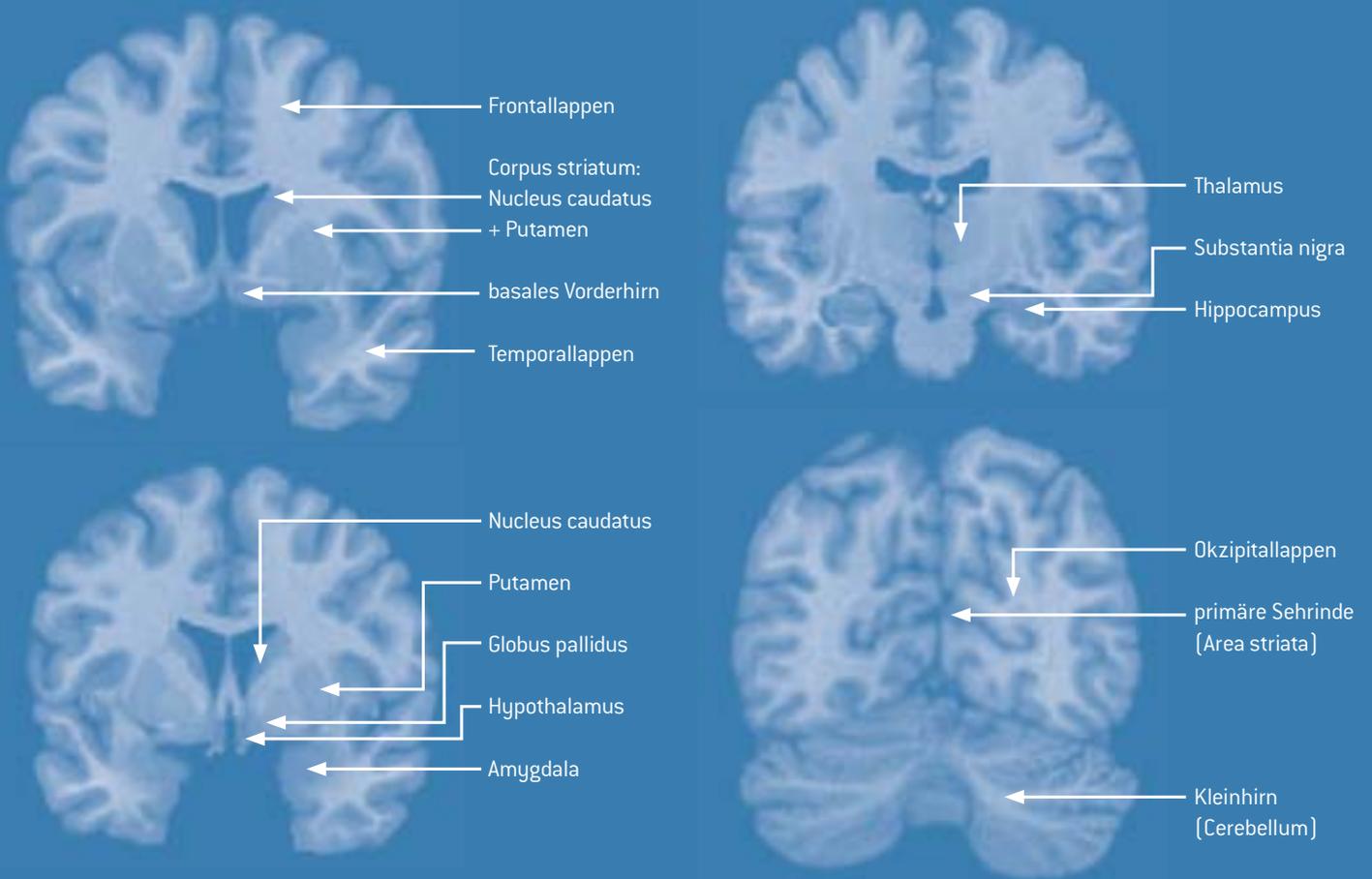


werden sowohl neurochemische als auch elektrophysiologische Prozesse analysiert, um so neue Therapiemöglichkeiten für die jungen Patienten zu entwickeln. Mit Hilfe eines EEG-basierten Neurofeedback werden ADHS-Kinder und -Jugendliche behandelt. Die betroffenen Patienten lernen durch das EEG-Neurofeedback, ihre eigene Hirnaktivität positiv zu beeinflussen, um so ihre Symptome, etwa bei Aufmerksamkeitsproblemen, zu mindern. Weiterhin werden neurochemische Korrelate verschiedener Verarbeitungsprozesse im menschlichen Gehirn bei psychischen Störungen wie etwa bei ADHS untersucht.



Die menschliche Schaltzentrale

Das Gehirn und seine Areale

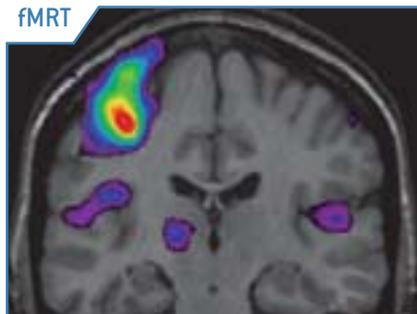


MRT



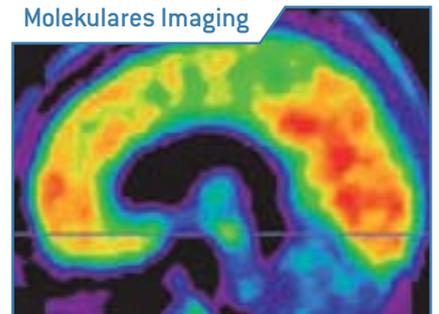
strukturelle Magnetresonanztomographie MRT

fMRT



funktionelle Magnetresonanztomographie fMRT:
aktive Hirnregionen bei Berührungswahrnehmung

Molekulares Imaging



Analyse der Serotonin - 5HT2A Rezeptoren mit
Positronenemissionstomographie PET



Schizophrene Patienten leiden häufig unter Halluzinationen wie Stimmenhören. Beim Neurofeedback lernen sie, die Fehlaktivierungen in bestimmten Gehirnarealen selbst aktiv zu beeinflussen.

Gehirntraining im Kernspintomographen

Depressionen oder Halluzinationen lassen sich künftig auch mit Übungen im Kernspintomographen behandeln. Patienten lernen, bestimmte Gehirnareale zu regulieren, um so Krankheitssymptome in den Griff zu bekommen.

Bei Rückenproblemen hilft gezieltes Krafttraining, bei Depressionen, Parkinson oder Schizophrenie vielleicht schon bald ein Gehirntraining im Kernspin. Möglich macht dies die funktionelle Magnetresonanztomographie in Echtzeit (Echtzeit-fMRT), die signalisiert, welche Regionen des Gehirns gerade aktiv sind. „Die bildgebenden Verfahren haben sich in den letzten Jahren dramatisch weiterentwickelt“, berichtet JARA-BRAIN Wissenschaftler Prof. Dr. Dr. Klaus Mathiak. So ist es mittlerweile möglich, dem Gehirn im Kernspintomographen im wahrsten Sinne des Wortes beim Arbeiten zuzuschauen. Wenn der Proband beispielsweise mittels Knopfdruck oder Joystick Mathematikaufgaben löst oder Emotionen auf Bildern bewertet, können die Mediziner und Wissenschaftler die Vorgänge im Gehirn betrachten. Genau so ist es möglich, die Hirnaktivitäten von gesunden und erkrankten Menschen gegenüber-

zustellen – und darüber Erkenntnisse über Krankheiten zu gewinnen.

Bei psychischen und neurologischen Erkrankungen eröffnet die Echtzeit-fMRT viele neue Forschungsfelder und Therapiechancen. Etwa bei Patienten mit Schizophrenie, die unter Halluzinationen wie Stimmen hören leiden: „Wir wissen, dass Sprache unter anderem im Broca-Areal im Gehirn gesteuert wird“, erläutert Prof. Mathiak. „Wenn ich mir also vorstelle, ich unterhalte mich mit jemandem, kann ich erreichen, dass dieser Teil meiner Hirnrinde aktiviert wird. Wenn der Patient es nun lernt, die dysfunktionale Aktivierung - das heißt die Prozesse in seinem Gehirn, die die Stimmen produzieren - zu regulieren, könnte er die Symptome selbst beeinflussen.“ Der Mathematiker, Psychiater und Psychotherapeut koordiniert in der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen unter anderem eine Studie, bei der Pati-

enten im Kernspintomographen genau diese Methode üben.

Beim Neurofeedback wird der Psychiater zum „Brain-Coach“

Unterstützt werden Patienten in diesem Experiment dabei von einem Arzt, der als eine Art „Brain-Coach“ unmittelbare Rückmeldungen (Neurofeedback) darüber gibt, was zu tun ist, um die betroffenen Gehirnbereiche möglichst optimal zu trainieren. Noch ist dies Grundlagenforschung. Aber für die Zukunft sind viele klinische Anwendungsfelder denkbar: „Derzeit werden Patienten mit Halluzinationen oder Depressionen medikamentös therapiert, was aber das ganze Gehirn beeinflusst“, erklärt der Neurobiologe. „Im Gegensatz dazu könnten die Patienten mit dem Echtzeit-fMRT gezielt betroffene Hirnareale und damit Symptome beeinflussen.“

Um die Hard- und Software im Be-



Prof. Dr. N. Jon Shah, Leiter der Jülicher MRT-Arbeitsgruppe, entwickelte das neue 9,4-Tesla-Hybrid-Gerät mit Industriepartnern.

Ein einzigartiger Technologie-Gigant

Das neue 9,4-Tesla-Hybrid-Gerät in Jülich

reich bildgebender Verfahren stetig zu verbessern, kooperiert Klaus Mathiak eng mit dem Jülicher Physiker Prof. Dr. N. Jon Shah und seinen Mitarbeitern. Im Rahmen eines JARA-Seed Funds entwickeln die beiden Wissenschaftler und ihre Mitarbeiter eine gemeinsame Plattform für die MR-Geräte am Universitätsklinikum Aachen und am Forschungszentrum Jülich. Das Projekt wird zurzeit über die Kooperation mit der University of Pennsylvania im Rahmen des Internationalen Graduiertenkollegs IRTG 1328 erweitert, so dass klinische Studien an 3-Tesla-Tomographen über experimentelle Anwendungen bei 7-Tesla bis hin zu künftigen Einsätzen im 9,4-PET-MR-Hybridssystem ermöglicht werden. Mithilfe dieser einheitlichen Plattform können neueste technische Entwicklungen direkt in der Klinik erprobt werden. Außerdem lassen sich größere Patientenstudien durchführen.

Grundlagenforschung und medizinische Anwendungen sind untrennbar mit technisch-methodischen Weiterentwicklungen verbunden. JARA-BRAIN Wissenschaftler profitieren von der herausragenden technischen Infrastruktur mit MR-Hochfeldgeräten, Hybridscannern und PET-Kameras am Universitätsklinikum Aachen und am Forschungszentrum Jülich.

Der neueste Jülicher Technologiegigant wiegt 60 Tonnen und benötigt ein eigenes Gebäude. Prof. Dr. N. Jon Shah, Leiter der Jülicher Arbeitsgruppe für Magnetresonanz-Tomographie am Institut für Neurowissenschaften und Biophysik und Professor an der Neurologischen Klinik des Universitätsklinikums in Aachen, entwickelte den Magnetresonanztomographen gemeinsam mit Industriepartnern. Das 9,4-Tesla-Gerät baut ein Magnetfeld auf, das 200.000 Mal so stark

wie das der Erde ist. Dadurch verkürzen sich die Messzeiten, und die räumliche Auflösung und Kontraste der Bilder verbessern sich. Derzeit arbeiten die JARA-BRAIN Wissenschaftler in Aachen und Jülich an 3-Tesla-Geräten.

Doch das weltweit einzigartige Forschungsgerät kann mehr. Als Hybrid birgt es in seinem Innern nicht nur das 9,4-Tesla-MRT, sondern außerdem einen Positronenemissionstomographen (PET). Dieser bildet mit Hilfe einer schwach radioaktiven Substanz den Stoffwechsel in den Gehirnzellen ab. So lassen sich sowohl krankes Gewebe als auch Störungen im Stoffwechsel des Gehirns auf den Millimeter genau in einem Gerät lokalisieren.

Entdeckungsreise durch das Gehirn

Die Neurowissenschaftlerin Prof. Dr. Katrin Amunts und ihr Team gehen auf eine weltweit einzigartige Forschungsexpedition: Sie erstellen einen dreidimensionalen Hirnatlas.

Auf den ersten Blick ist die „Reiseroute“ begrenzt. Rund 1.500 Kubikzentimeter Gehirngewebe umfasst ein menschliches Gehirn. Doch das Terrain hat es in sich, wie die Neurowissenschaftlerin Prof. Dr. Katrin Amunts erläutert: „Unser Ziel ist es, ein realistisches, dreidimensionales Hirnmodell auf der Basis von strukturellen, zytoarchitektonischen, genetischen und molekularen Eigenschaften am Computer zu entwickeln.“

Um dieses Projekt zu realisieren, untersuchen Wissenschaftler am Forschungszentrum Jülich viele Tausende histologischer Hirnschnitte. Die Gewebeproben werden mit Hilfe von Mikroskopen und modernen Bildauswertungsmethoden aufwändig abgescannt, danach statistisch ausgewertet und anschließend dreidimensional am Computer rekonstruiert. Zusammen mit ihrem Kollegen Prof. Dr. Karl Zilles und einem großen Team aus Ärzten, Physikern, Biologen, Mathematikern und Doktoranden entwickelt Katrin Amunts auf diese Weise einen weltweit einzigartigen Hirnatlas, der die Brodmann-Karte aus dem Jahr 1909 Schritt für Schritt ersetzen soll. „Der Psychiater und Anatom Korbinian Brodmann hatte die Hirnrinde mit Hilfe

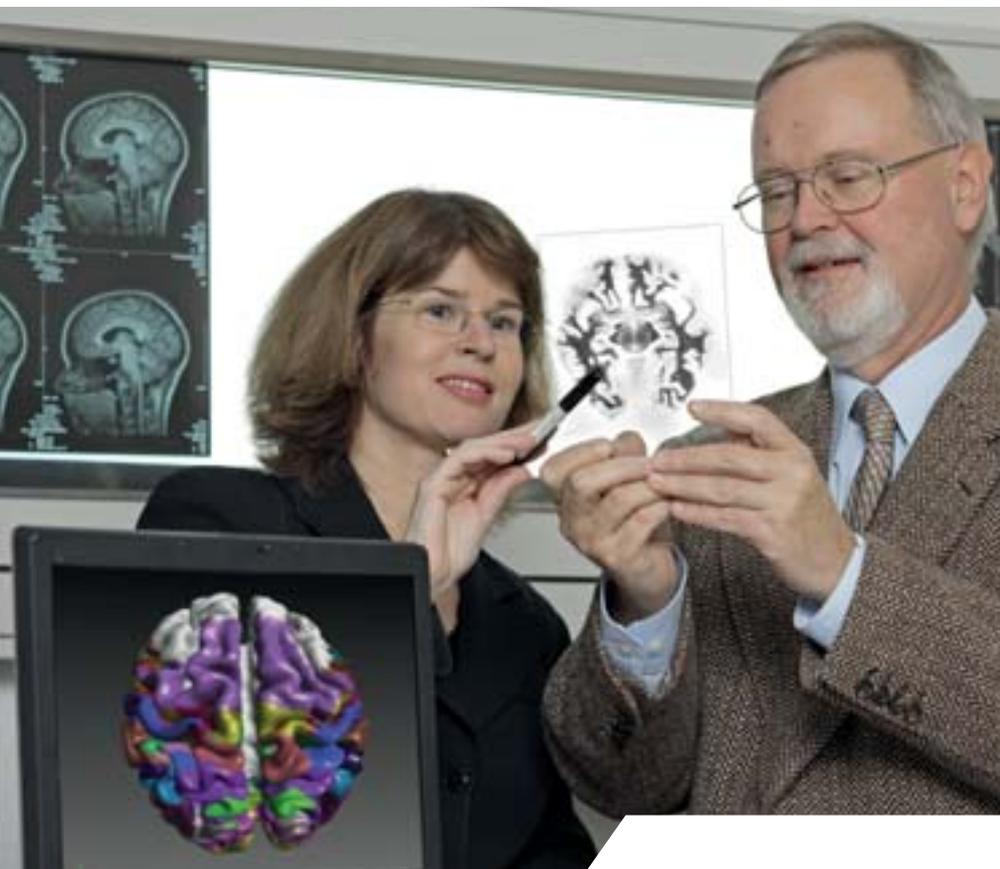
eines Mikroskops kartiert und in knapp 50 Areale untergliedert. Brodmann war überzeugt, dass jedes Gehirnareal für eine bestimmte Funktion zuständig ist, eine Vermutung, die mit den damaligen Hilfsmitteln nur für einen kleinen Bruchteil der Areale bewiesen werden konnte“, berichtet Katrin Amunts, die am Forschungszentrum Jülich Direktorin am Institut für Neurowissenschaften und Medizin ist und an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der RWTH Aachen eine Professur für strukturell-funktionelles Brain Mapping inne hat.

Dreidimensionaler Datensatz ersetzt Brodmann-Karte

Auch wenn die Entdeckung Brodmanns damals wegweisend war: Die hundert Jahre alte Karte ist lediglich eine schematische Zeichnung und kein dreidimensionaler Datensatz. Genau dieser wird aber als Vergleichsgrundlage für die modernen bildgebenden Untersuchungen benötigt, um Messdaten der Patienten der mikroskopischen Gliederung des Gehirns zuordnen zu können. „Wir müssen zunächst das „gesunde“ Gehirn verstehen, um dann

in einem zweiten Schritt Abweichungen bei Menschen zu erkennen, die an neurologischen oder psychischen Erkrankungen leiden“, erklärt Katrin Amunts.

Obwohl erst etwa 60 Prozent des Gehirns kartiert sind, ist das dreidimensionale Hirnmodell aus Jülich in vielerlei Hinsicht schon heute komplexer als die Brodmann-Karte. Hierfür gibt es verschiedene Gründe: So berücksichtigen Katrin Amunts und ihr interdisziplinäres Team in ihrem Atlas, dass sich Gehirnstrukturen voneinander unterscheiden, sie erfassen also ihre interindividuelle Variabilität. Außerdem kartieren sie nicht nur die Hirnrinde, sondern auch Kerngebiete, die tief im Gehirn liegen. „Die Areale der Hirnrinde funktionieren ja nicht losgelöst von ihrer Umgebung. Ganz im Gegenteil: Sie bilden Netzwerke und arbeiten mit den tiefer gelegenen Kerngebieten zusammen“, erläutert die gebürtige Potsdamerin. Mit jedem neu definierten Areal entwickelt sich das dreidimensionale Hirnmodell weiter. Das Verfahren ist denkbar aufwändig: Etwa ein Jahr benötigt ein Wissenschaftler, um ein neues Areal zu analysieren und zu kartieren.



Seit über zehn Jahren arbeitet Prof. Dr. Katrin Amunts (hier im Bild mit JARA-BRAIN Direktor Prof. Dr. Karl Zilles) an der Hirnkartierung. Bis das komplette Hirnmodell als Datensatz steht, wird es noch einige Jahre dauern. Das Verfahren ist äußerst aufwändig: Um ein neues Areal zu analysieren und zu kartieren, benötigt ein Wissenschaftler etwa ein Jahr.

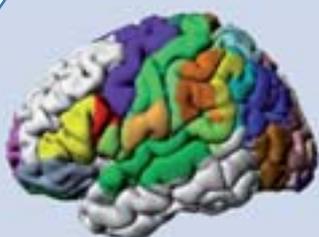
Die Computerbilder der Hirnkarten aus Jülich sind erstaunlich bunt. Hintergrund ist, dass die Wissenschaftler die verschiedenen Hirnareale in Form von Wahrscheinlichkeitskarten darstellen, in denen unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten verschieden farbig dargestellt sind. Die Farben Orange und Rot signalisieren beispielsweise, dass ein bestimmtes Gehirnareal mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 oder mehr Prozent an dieser Stelle lokalisiert ist. Abnehmende Wahrscheinlichkeiten sind grün oder blau markiert. Blaue und grüne Farbtöne zeigen, dass die Unterschiede zwischen verschiedenen Gehirnen an dieser Stelle im Gehirn besonders groß sind, Rottöne dagegen deuten auf eine geringe Variabilität hin.

Derzeit laufen verschiedene klinische Forschungsprojekte, unter anderem bei neurodegenerativen Erkrankungen, die sich diese Kartierungen zu Nutze ma-

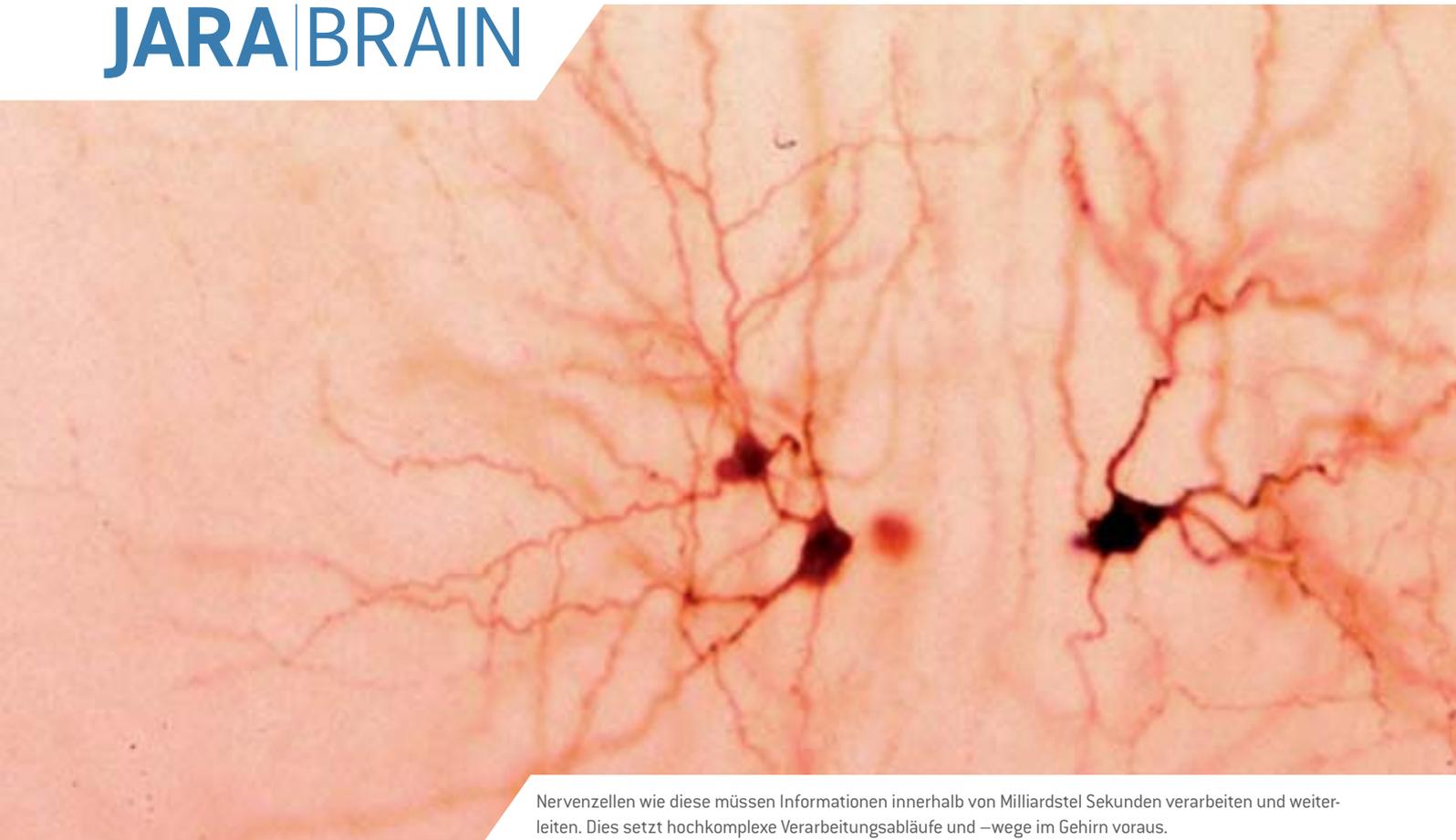
chen. Jülicher und Aachener Wissenschaftler untersuchen beispielsweise gemeinsam, in welchen Hirnregionen der Volumenabbau bei Patienten mit Alzheimer-Erkrankung oder mit Primärer Progressiver Aphasie (PPA) besonders gravierend ist. Mit dem dreidimensionalen Hirnmodell und anspruchsvollen mathematischen Verfahren kann man die Dynamik solcher Vorgänge im Gehirn sichtbar und messbar machen und über die Zeit beobachten. „Die ersten Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Muster der morphologischen Veränderungen und deren Dynamik bei den verschiedenen Patientengruppen unterschiedlich ist“, berichtet Katrin Amunts. Gemeinsam mit Prof. Dr. Walter Huber, der am Universitätsklinikum Aachen das Lehr- und Forschungsgebiet Neurolinguistik leitet, arbeitet die Wissenschaftlerin an der PPA-Forschungsstudie. „Eines unserer wichtigsten Ziele

ist es, die Krankheit möglichst früh zu diagnostizieren, um den Patienten individuell helfen zu können. Je früher Medikamente gegeben werden können, desto wirkungsvoller sind sie letztendlich.“

Bis der Jülicher Hirnatlas als modernes Nachschlagewerk im Computer seinen Platz im klinischen Alltag hat, wird es noch einige Jahre dauern - auch wenn der Hirnatlas schon gut genutzt wird und bereits Bestandteil mehrerer internationaler Datenbanken ist. Wer Interesse an der Jülicher Hirnkarte hat, muss nur den Computer einschalten. Die Jülicher Wissenschaftler haben den Hirnatlas zusammen mit der entsprechenden Software zur freien Verfügung für die wissenschaftliche Öffentlichkeit ins Internet gestellt. Das Interesse an dem Projekt ist groß. Katrin Amunts: „In den vergangenen vier Jahren haben wir mehr als 10.000 Downloads gezählt“.



Rund 60 Prozent des Gehirns sind mittlerweile kartiert. Hierfür wurden und werden im Forschungszentrum Jülich Tausende histologischer Hirnschnitte untersucht. Die Gewebeproben werden mit Hilfe von Mikroskopen und modernen Bildauswertungsmethoden abgescannet, statistisch ausgewertet und anschließend dreidimensional am Computer rekonstruiert.



Nervenzellen wie diese müssen Informationen innerhalb von Milliardstel Sekunden verarbeiten und weiterleiten. Dies setzt hochkomplexe Verarbeitungsabläufe und –wege im Gehirn voraus.

Ideale Vermittler

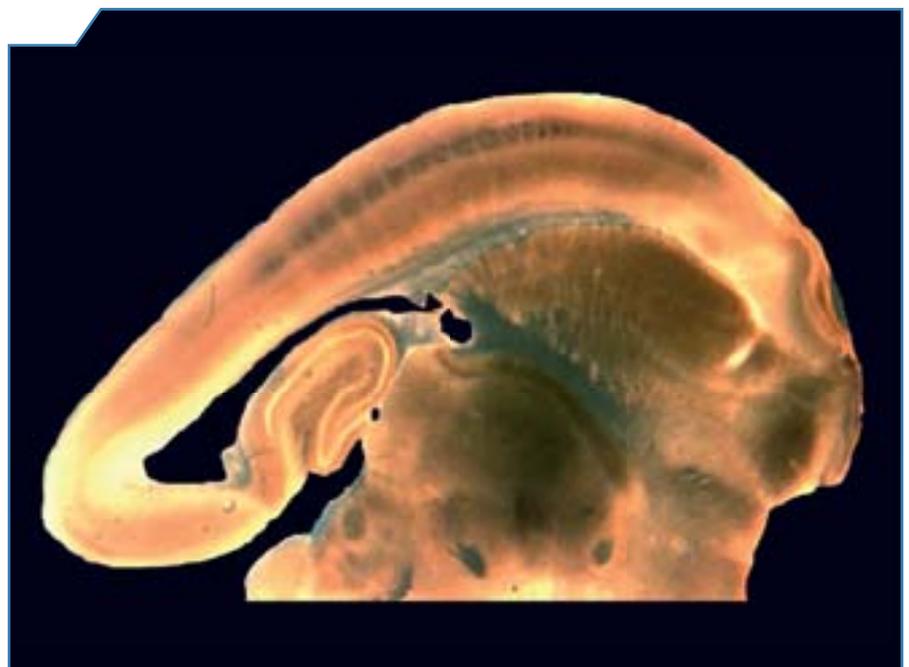
Ungefähr 20 Milliarden Nervenzellen arbeiten in der menschlichen Großhirnrinde. Die eintreffenden Sinnesreize werden hier analysiert und bewertet. JARA-BRAIN Grundlagenforscher untersuchen, wie Nervenzellen diese Signale verarbeiten.

Das Streichholz brennt und wir pusten es beim ersten schmerzhaften Flammenkontakt am Finger aus. Warum? Der haptische Reiz an der Fingerkuppe wird innerhalb von Milliardstel Sekunden über Nervenbahnen an das Gehirn weitergeleitet. Dort wird das Signal interpretiert und anschließend ein Pusten ausgelöst. Was zunächst einfach klingt, setzt hochkomplexe Informationsstrategien und -wege in der menschlichen Großhirnrinde voraus. Viele davon sind bisher unbekannt. Der JARA-BRAIN Grundlagenforscher Prof. Dr. Dirk Feldmeyer arbeitet daran, diese Wissenslücken zu schließen. „Mich interessiert der Aufbau des Gehirns auf zellulärer Ebene. Wie bearbeiten und bewerten Nervenzellen Signale? Und wie geben sie diese weiter?“

Um die Schaltkreise von Nervenzel-

len im menschlichen Gehirn besser zu verstehen, konzentriert sich der Wissenschaftler, der am Institut für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich die Arbeitsgruppe „Funktion neuronaler Schaltkreise“ leitet und an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der RWTH Aachen eine Professur zum Thema „Funktion kortikaler Schaltkreise“ inne hat, auf einen bestimmten Ausschnitt der Großhirnrinde. „Der somatosensorische Kortex ist auf Tastempfindungen sowie Temperatur- und Schmerzempfindungen spezialisiert. Er ist mittlerweile das Paradebeispiel für die Struktur-Funktionsbeziehung bei der Verarbeitung von Sinneseindrücken“, erläutert der gebürtige Dortmunder. Um die molekularen und neurochemischen Vorgänge in Nervenzellen besser

verstehen zu können, analysiert Dirk Feldmeyer den somatosensorischen Kortex von Nagetieren. „Der Aufbau der Säuger-Großhirnrinde ist vergleichsweise stereotyp. Wir untersuchen die Neurotransmitter-Rezeptoren von Nervenzellen, die Kommunikation von Nervenzellen untereinander, aber auch die Struktur von Nervenzellverbänden an Ratten bzw. Mäusen. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf das menschliche Gehirn ziehen, das zwar wesentlich komplexer, aber eben vom Aufbau doch sehr ähnlich ist.“ Dirk Feldmeyer arbeitet mit Hirnschnitten in einem in vitro System. An diesen können er und sein Team den somatosensorischen Kortex und seine sechs Schichten mit ihren unterschiedlichen Nervenzellen genauer analysieren. Bekannt ist, dass die Schicht vier als zentrale „Eingangspfor-



Um die Schaltkreise von Nervenzellen im menschlichen Gehirn besser zu verstehen, analysieren Prof. Dr. Dirk Feldmeyer und sein Team den somatosensorischen Kortex im Tiermodell. Dieser Kortex, der für Tastempfindungen sowie Temperatur- und Schmerz Wahrnehmungen zuständig ist, setzt sich aus sechs verschiedenen Schichten mit unterschiedlichen Nervenzellen zusammen. Schicht vier (auf dem Bild oben durch die dunklen Punkte erkennbar) arbeitet als „Eingangspforte“. Dort kommen die Signale aus den Nervenbahnen des Körpers im Kortex an und werden anschließend weitergeleitet.

te“ fungiert: Hier kommen die Signale aus den Nervenbahnen des Körpers im Kortex an. Die weitere Signalvermittlung erfolgt in Arbeitsteilung: „Schicht vier leitet die Information zunächst in der kortikalen Säule oder Kolumne weiter, das heißt vertikal in die anderen Schichten. Schicht eins, zwei, drei, fünf und sechs verteilen dann vertikal und lateral, das heißt in die kortikale Tiefe und Breite.“

Botenstoffe verfeinern die Signalübertragung

Mit elektrophysiologischen Messapparaturen - einem sogenannten 'Patch clamp'-Versuchsstand - leitet Dirk Feldmeyer sowohl in einem Jülicher als auch in einem Aachener Labor die elektrischen Signale von einzelnen, synaptisch gekoppelten Nervenzellen mit Glasmikroelektroden ab. Das heißt, er misst, wie Nervenzellen miteinander kommunizieren. „Durch unser Verfahren ist es möglich, sowohl die Signalverarbeitung in der einen Zelle in Form

des so genannten Aktionspotenzials zu messen als auch die Signalweiterleitung an eine andere Nervenzelle, also die synaptische Antwort.“ Um die Sinnesreize von einer Nervenzelle zur anderen zu übertragen, setzt der Organismus so genannte Neurotransmitter frei. Diese biochemischen „Postboten“ geben die Information über die Kontaktstellen der Nervenzelle – Synapsen genannt - weiter. „Um die Signale zu modifizieren, gibt es eine Vielzahl verschiedener erregender und hemmender Transmitter“, erklärt der JARA-BRAIN Wissenschaftler.

So untersuchte die Arbeitsgruppe um Dirk Feldmeyer unlängst, welche Auswirkungen der Botenstoff Acetylcholin auf Nervenzellen in der Großhirnrinde hat. Dieser Neurotransmitter wird im Wesentlichen von Neuronen des basalen Vorderhirns ausgeschüttet. „In der Literatur hieß es bis dato recht allgemein, Acetylcholin erregt die Nervenzellen. Das erschien uns zu einfach.“ Daher untersuchten die Neurowissenschaftler die Auswirkungen von Acetyl-

cholin im somatosensorischen Kortex genauer. Das Ergebnis bestätigte die Hypothesen der Forscher: Die Nervenzellen der verschiedenen Schichten reagierten äußerst differenziert auf den Neurotransmitter. „Wir konnten nachweisen, dass die Nervenzellen in anderen Schichten der Großhirnrinde tatsächlich erregt wurden. Die Nervenzellen in der Eingangsschicht vier dagegen reagierten gehemmt.“ Durch diese biochemischen Prozesse wird das weitergeleitete Signal feiner abgestimmt, also verschärft, was ein besseres Tasten, Hören oder Sehen zur Folge hat. „Für mich als Grundlagenforscher ist es per se wichtig zu wissen, wie neuronale Schaltkreise funktionieren. Allerdings ist es möglich, dass die klinische Wissenschaft aus unseren Ergebnissen Rückschlüsse für zielgerichtete Arzneimittel zieht“, erläutert Dirk Feldmeyer. So ist bekannt, dass beispielsweise bei Schizophrenie und neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer das cholinerge (über Acetylcholin wirkende) System verändert ist.

Doppelspitze für JARA-BRAIN

Zwei Direktoren mit einem gemeinsamen Ziel: Prof. Dr. Dr. Frank Schneider von der RWTH Aachen und Prof. Dr. Karl Zilles vom Forschungszentrum Jülich verbindet das wissenschaftliche Interesse am menschlichen Gehirn. Die Redaktion sprach mit den beiden JARA-BRAIN-Direktoren über Forschungsschwerpunkte und Visionen.

Was sind aus Ihrer Sicht die derzeit größten Herausforderungen an die Hirnforschung?

Professor Schneider: „Die Menschheit wird immer älter – mit allen Vor- und Nachteilen, die sich daraus ergeben. Angesichts der demographischen Entwicklung sehe ich vor allem die Aufgabe, durch eine verbesserte Diagnostik und individuellere, auf den einzelnen Patienten zugeschnittene Therapien neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson frühzeitig zu erkennen und damit auch besser behandeln zu können. Dies gilt auch für die psychiatrisch besonders relevanten Erkrankungen wie schizophrene Psychosen, Depressionen und Autismus.“

Professor Zilles: Um diese klinischen Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen, ist allerdings noch einiges an Grundlagenforschung zu leisten. Vieles in der menschlichen Schaltzentrale ist weitgehend unerforscht, auch

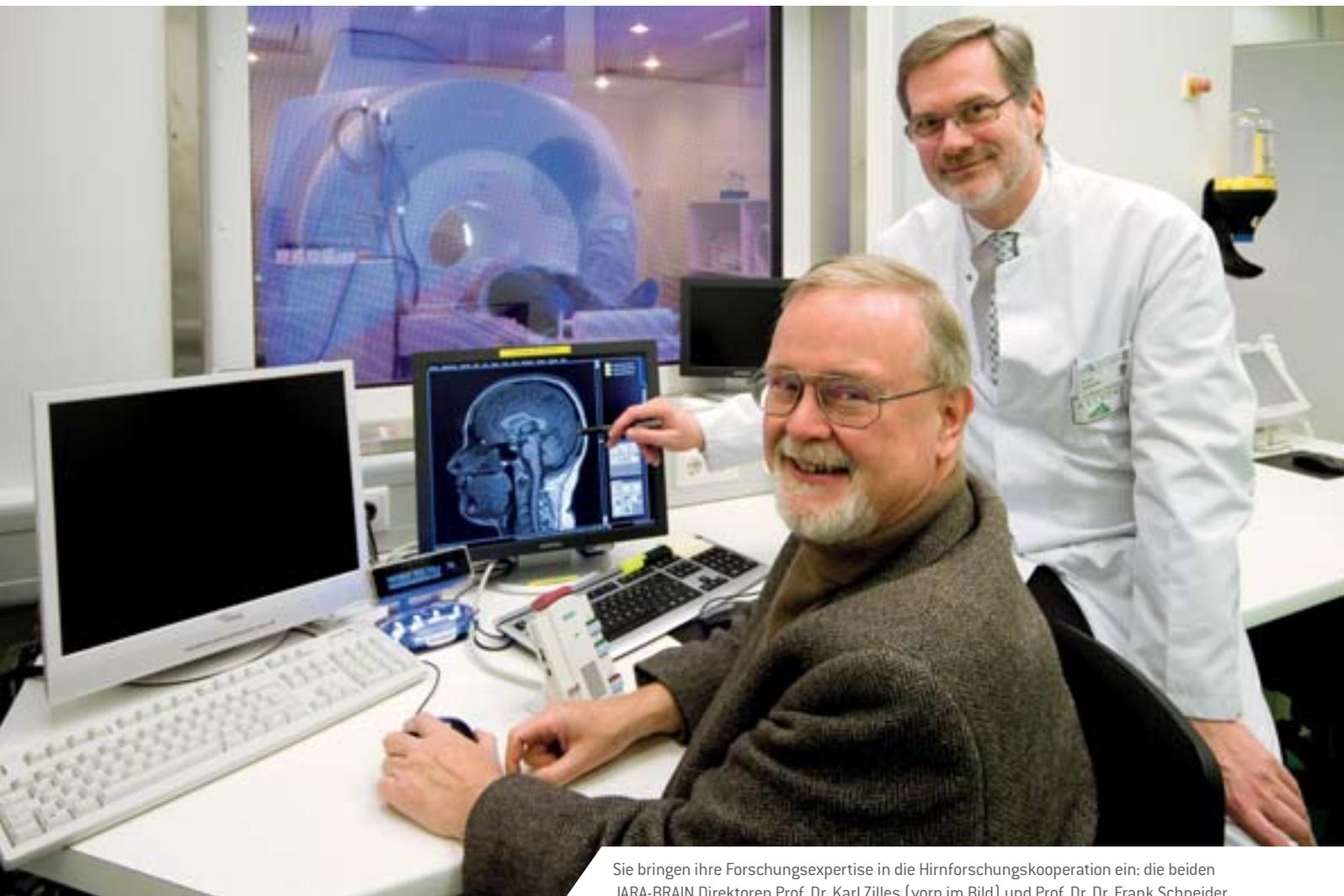
wenn die Wissenschaft in den letzten Jahren immense Erkenntnisprünge gemacht hat. Wie hängt der Aufbau des Gehirns in seiner ganzen Komplexität mit seinen Funktionen zusammen? Was spielt sich auf der Ebene der Zellen und Synapsen ab, wenn bestimmte Leistungen oder Defizite bei einem Menschen beobachtet werden? Es gibt noch ein großes unerforschtes Terrain für die Wissenschaft.

Welche inhaltlichen Forschungsschwerpunkte ergeben sich daraus für JARA-BRAIN?

Professor Zilles: Im Grundlagenbereich interessiert uns insbesondere die Struktur und Funktion der menschlichen Gehirnrinde. Dieses Organ hat sich im menschlichen Gehirn am stärksten entfaltet und ist zudem für viele kognitive und emotionale Leistungen bedeutsam. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt, an dem wir im Rahmen von JARA-BRAIN arbeiten, ist die Art der

Kommunikation zwischen den Nervenzellen beziehungsweise der Synapsen in verschiedenen Bereichen des Gehirns. Um diese Vorgänge im menschlichen Gehirn abbilden und analysieren zu können, benötigen wir die modernen bildgebenden Verfahren und selbstverständlich die Patienten.

Professor Schneider: Der Forschungsrahmen, in dem wir uns in JARA-BRAIN bewegen, ist in der Tat sehr komplex. Wir betreiben so genannte Translationsforschung. Das heißt, wir decken die komplette Erkenntniskette von der Grundlagenforschung bis hin zur klinischen Anwendung ab. Neben den grundlagenorientierten Forschergruppen arbeiten auch viele in der angewandten Hirnforschung. Wie korrespondieren Tics, etwa bei einem Tourette-Patienten, mit Vorgängen im Gehirn? Welche Auffälligkeiten zeigen sich bei autistischen Menschen in bestimmten Hirnarealen? Was passiert im Gehirn, wenn ein an Schizophrenie erkrankter Patient



Sie bringen ihre Forschungsexpertise in die Hirnforschungskoope-
ration ein: die beiden
JARA-BRAIN Direktoren Prof. Dr. Karl Zilles (vorn im Bild) und Prof. Dr. Frank Schneider

beispielsweise Stimmen hört? Das sind Themen, die wir mit Hilfe der modernen bildgebenden Verfahren wissenschaftlich analysieren können, um so einen Beitrag für verbesserte Therapien zu leisten.

Herr Professor Zilles, was schätzen Sie an Ihrem Partner, der RWTH Aachen?

Professor Zilles: Die klinische und wissenschaftliche Kompetenz - und selbstverständlich die sehr guten persönlichen Kontakte. Das Klinikum Aachen hat die Aufgabe der Krankenversorgung, auch der hochspezialisierten Krankenversorgung. Jülich ist ein reines Forschungszentrum. Außerdem beherbergt das Klinikum die Medizinische Fakultät und ist somit ebenfalls wissenschaftlich fokussiert. Ein gutes Beispiel sind unsere vier JARA-BRAIN Juniorprofessoren. Sie sind so genannte „Clinician Scientists“, also klinische Forscher. Jeder der Vier hat patientenorientierte Aufgaben im Universitäts-

klinikum Aachen und ist zusätzlich mit einer eigenen Arbeitsgruppe wissenschaftlich in Aachen und Jülich aktiv.

Und was ist aus Ihrer Sicht wichtiger JARA-BRAIN Input aus Jülich, Herr Professor Schneider?

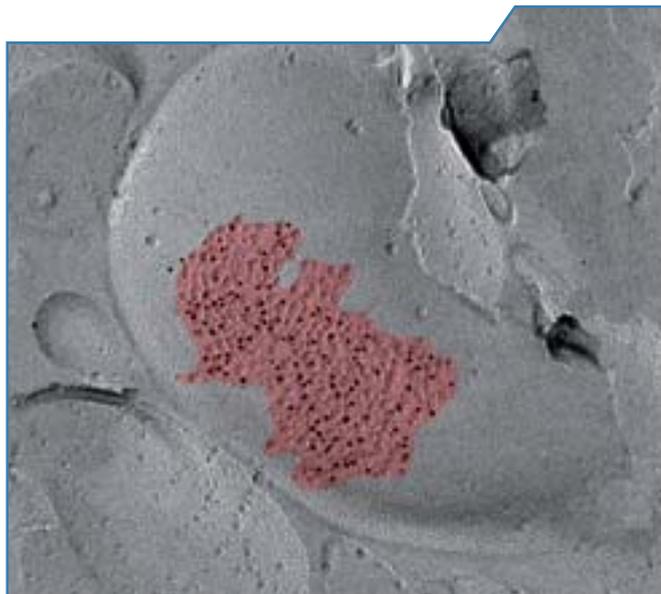
Professor Schneider: Das Forschungszentrum Jülich bringt hervorragendes Know-how in der Grundlagenforschung, Methodenkompetenz im Bereich der Bildgebung sowie sehr gute technische Geräte ein. Unser Kooperationspartner verfügt als Großforschungseinrichtung in der Helmholtz-Gemeinschaft über modernste Magnetresonanz- und Positronenemissionstomographen, die zurzeit noch nicht im normalen Klinikbetrieb eingesetzt werden.

Was erhoffen Sie sich persönlich in den nächsten Jahren von der Hirnforschung?

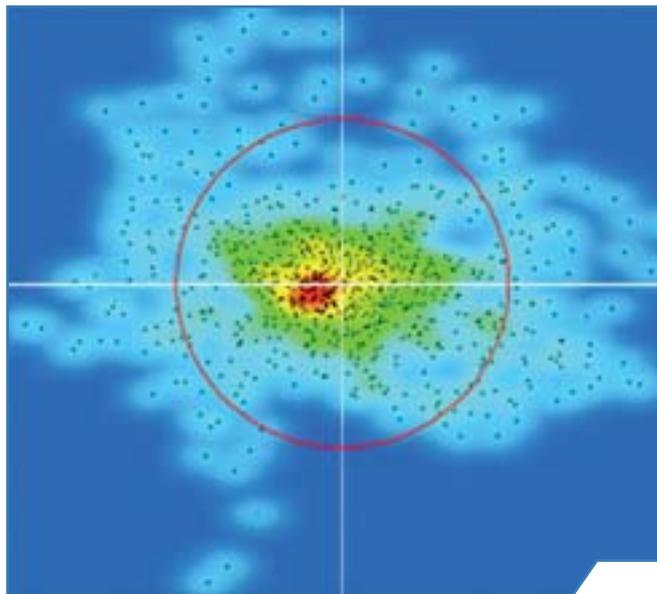
Professor Zilles: Die Komplexität der Informationsverarbeitung im Gehirn

sowohl auf struktureller als auch auf funktioneller Ebene zu verstehen. Hierfür müssen wir auch die Hirnentwicklung während der fetalen und postnatalen Entwicklung kennen. Und wir müssen die Entwicklung des Gehirns im Kräftespiel der Evolution verstehen, vom menschlichen Primaten zum Menschen. Das Gehirn ist wie kein anderes Organ in unserem Körper ein Organ mit Geschichte.

Professor Schneider: Ich wünsche mir eine wesentlich bessere und frühere Diagnostik sowie eine klare Vorhersage von Erkrankungswahrscheinlichkeiten und Risikofaktoren bei psychischen Erkrankungen. Dann wäre es möglich, durch präventive Maßnahmen das Ausbrechen der Erkrankung zu verhindern oder zumindest zu verzögern. Dies käme sowohl den Betroffenen und ihren Angehörigen als auch unserem Gesundheitssystem zugute.



Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Hirnschnitts. Zu sehen ist ein Teil einer Nervenzelle (Dendrit) mit einer Transmitterfreisetzungsstelle (rot markiert), die AMPA-Rezeptoren enthält.



Die Dichte der Rezeptoren an den einzelnen Synapsen ist ein individueller „Fingerabdruck“ der jeweiligen Synapse. Die rote, zentral gelegene Fläche markiert die höchste Dichte der Rezeptoren.

Kontaktstarke Experten

Synapsen sind hoch spezialisierte Kontaktstellen zwischen einzelnen Nervenzellen. Sie leiten Informationen wie Seh- und Höreindrücke oder Geschmackserlebnisse blitzschnell im Gehirn weiter. Dabei hat sich jede Einzelne auf bestimmte Aufgaben spezialisiert.

Das menschliche Gehirn ist eine gewaltige Informations- und Schaltzentrale. Ob Sprechen, Denken, Riechen, Laufen oder viele andere Dinge des alltäglichen Lebens: Sämtliche Sinneswahrnehmungen und kognitiven, beziehungsweise emotionalen Vorgänge werden hier koordiniert. Rund 20 bis 40 Milliarden Nervenzellen arbeiten allein in der menschlichen Großhirnrinde. Jede dieser Nervenzellen wiederum erhält bis zu 15.000 synaptische Eingänge. JARA-BRAIN Wissenschaftler gehen der Frage nach, welche strukturellen, funktionellen und molekularen Unterschiede zwischen Synapsen verschiedener Gehirnregionen die Arbeitsspezialisierung möglich machen.

Synapsen sind evolutionsgeschichtlich sehr alt, verhalten sich aber ausgesprochen modern: „Jede Synapse arbeitet als individueller Experte, in-

dem sie sich strukturell und funktionell komplett an die ihr zugewiesene Gehirnregion und Aufgabe anpasst“, erläutert Prof. Joachim Lübke. Der Hirnforscher ist seit Juli 2008 Universitätsprofessor für das Fach „Struktur Kortikaler Schaltkreise“ an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen. Darüber hinaus leitet er die Arbeitsgruppe „Struktur von Synapsen“ am Institut für Neurowissenschaften und Medizin INM-2 am Forschungszentrum Jülich.

Um die Arbeitsweise von Synapsen zu verstehen, hat Joachim Lübke jahrelang einzelne Synapsen bis ins kleinste Detail untersucht und dreidimensionale, quantitative Modelle am Computer erstellt. Nur wenige Labors arbeiten weltweit an virtuellen, dreidimensionalen Synapsenmodellen. „Bis vor einigen

Jahren war die quantitative Geometrie und der molekulare Aufbau einer Synapse eine Art Black Box“, berichtet Joachim Lübke. Dank der Forschungsarbeiten seines Wissenschaftlerteams und anderer Labors ist die Hirnforschung nun entscheidende Schritte weiter. So zeigten die Untersuchungen an den Synapsen „Held’sche Calyx“, „Moosfaserbouton“ und anderen Synapsen, wie unterschiedlich die Kontaktstellen trotz gleicher Bauelemente aufgebaut sind.

„Alle Synapsen bestehen aus einer präsynaptischen Membran der signalgebenden und einer postsynaptischen Membran der signalempfangenden Nervenzelle“, erklärt Joachim Lübke. Dazwischen befindet sich der synaptische Spalt, eine Art Graben, den chemische Botenstoffe (Neurotransmitter) als Informationsträger überspringen

müssen. Dieser Sprung funktioniert, indem die in den Nervenzellen aufgrund eines Signalreizes gebildeten Botenstoffe, verpackt in kleine Bläschen (Vesikeln), an die präsynaptische Membran gebracht werden und mit dieser verschmelzen. Durch den Vorgang wird innerhalb von Millisekunden ein bestimmtes Kontingent des Neurotransmitters aus den Vesikeln an den „Abschussrampen“, so genannten Transmitterfreisetzungstellen, freigesetzt. Dieser diffundiert dann durch den synaptischen Spalt in Richtung postsynaptische Membran der Ziel-Nervenzelle und bindet dort an spezifische Rezeptoren. Der Prozess wird an verschiedenen Synapsen des Gehirns jedoch unterschiedlich reguliert. Einige dieser Signalkaskaden sind bekannt, viele jedoch sind noch nicht erforscht.

Synapsen bestehen aus gleichen Bauelementen. Diese unterscheiden sich aber in ihrer Anzahl und Verteilung.

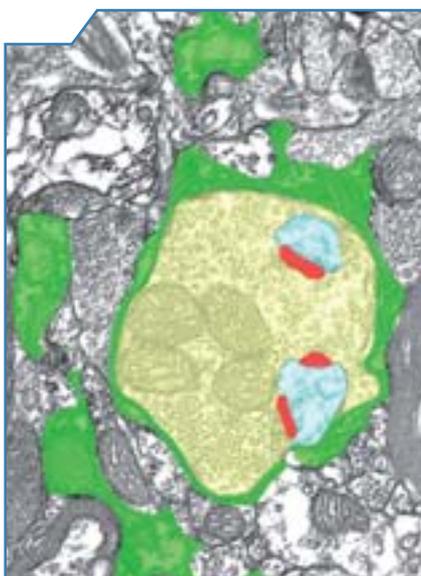
Obwohl sämtliche Synapsen aus den oben genannten Bausteinen zusammengesetzt sind, unterscheiden sie sich erheblich in der Anzahl und Verteilung der einzelnen strukturellen Elemente. Dies ist der Schlüssel zu ihrem Expertendasein: „Manche Synapsen

wie die Held'sche Calyx haben beispielsweise ca. 600 Freisetzungstellen, andere wie die Moosfasersynapse lediglich 25 und kortikale Synapsen in der Regel nur eine einzige“, berichtet Joachim Lübke. Auch die Anzahl und Organisation der synaptischen Vesikel variiert sehr stark zwischen einzelnen Synapsen und Synapsen unterschiedlicher Gehirnregionen. Diese strukturellen Unterschiede gehen mit den unterschiedlichen Aufgaben einher. Während die Calyx für Höreindrücke mitverantwortlich ist, sind die Moosfaser-Synapsen beispielsweise in den Lern- und Gedächtnisprozess eingebettet.

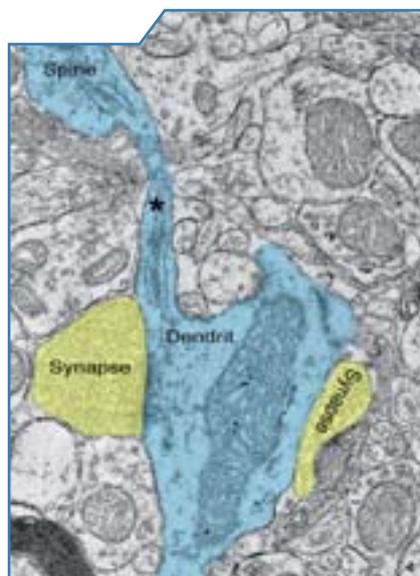
Um die spezialisierten Synapsen noch besser zu verstehen, nutzen JARA-BRAIN Wissenschaftler neueste technische Verfahren, die zum Beispiel eine genaue Analyse zur Dichte und Verteilung bestimmter Neurotransmitter-Rezeptoren an Synapsen ermöglicht. Mit Hilfe von Ultradünnschnitten durch Gehirngewebe und des hochsensiblen Postimmunogold-Immunhistochemieverfahrens werden synaptische Strukturen und Rezeptoren bis ins kleinste Detail im Elektronenmikroskop sichtbar. „Dieses neue Bildmaterial hilft uns zu analysieren, an welchen Stellen innerhalb der Synapse sich welcher Rezeptor-Cocktail befindet“, erklärt

Joachim Lübke. Hauptakteure bei der erregenden Signalübertragung sind AMPA- und NMDA-Rezeptoren. Daneben existiert eine Vielzahl anderer Rezeptoren, die eine ausgewogene Balance zwischen erregenden und hemmenden Einflüssen im Gehirn schaffen. Diese Balance ist beispielsweise bei neurodegenerativen und neurologischen Erkrankungen erheblich gestört.

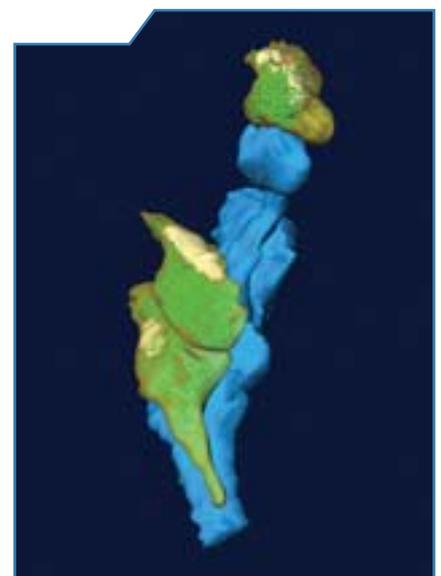
Auch die Rezeptorprofile auf molekularem Niveau sind ein Puzzlestein auf dem Weg zu einer kompletten Synapsen-Landkarte. Noch ist diese eine Zukunftsvision. Künftig wird das erweiterte Wissen über die Struktur und Funktion der Kommunikationsschnittstellen im gesunden Gehirn aber helfen, neurodegenerative Erkrankungen wie Morbus Alzheimer oder Morbus Parkinson besser zu verstehen und letztlich therapeutische Ansätze zu entwickeln. „Bei allen neurodegenerativen Erkrankungen kommt es zu massiven strukturellen Veränderungen an Nervenzellen und Synapsen, die letztlich zur kompletten Dysfunktion führen“, erklärt Prof. Lübke. Hier hat die moderne Hirnforschung eine große gesellschaftliche Aufgabe: Aufgrund der demographischen Entwicklung nehmen neurodegenerative Erkrankungen stark zu.



Elektronenmikroskopische Aufnahme eines synaptischen Komplexes bestehend aus der Synapse (gelb) und zwei dendritischen Dornen (Spines, blau), auf denen die Transmitterfreisetzungstellen (rot) lokalisiert sind.



Detail-Aufnahme eines Spines, der über den Spinehals (*) mit dem Stammdendriten verbunden ist. Synapsen (gelb) enden nahe des Spinehalses (links) und am dendritischen Schaft (rechts).



3D-Rekonstruktion eines Dendriten mit drei Synapsen. Dargestellt sind Mitochondrien (weiß) und synaptische Vesikel (grün).

Auf der Suche nach der besten Therapie

Rund 800.000 Menschen leiden in Deutschland an einer Schizophrenie. Die psychische Störung hat sowohl genetische, biologische als auch psychosoziale Ursachen. JARA-BRAIN Wissenschaftler analysieren die neurochemischen Abläufe im Gehirn - und wie diese durch Medikamente positiv beeinflusst werden können.

Sie hören Stimmen, sind unruhig und fühlen sich verfolgt. Schizophrenien sind psychische Störungen, die Veränderungen der Gedanken, der Wahrnehmung und des Verhaltens auslösen. Rund ein Prozent der Bevölkerung leidet einmal oder öfters im Leben daran. Zehn bis 15 Prozent davon so sehr, dass sie Suizid begehen. Zwar können verschiedene Symptome medikamentös behandelt werden, grundsätzlich heilbar sind schizophrene Störungen in ihrer Komplexität bisher allerdings nicht, obschon es auch Verläufe mit nur einer akuten Episode gibt. Die Schwere der Erkrankung spiegelt sich auch in den Belegungszahlen psychiatrischer Kliniken wider: „Rund 30 bis 40 Prozent aller stationären Patienten haben eine Schizophrenie“, erläutert Prof. Dr. Gerhard Gründer, stellvertretender Direktor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen. Dies macht die Erkrankung auch volkswirtschaftlich relevant: Mit rund 3,5 Milliarden Euro Gesundheitskosten pro Jahr sind Schizophrenien in Deutschland die teuerste psychische Erkrankung überhaupt.

Sowohl die Leidensproblematik der Betroffenen als auch die volkswirt-

schaftliche Dimension machen die wissenschaftliche Erforschung dieses Krankheitsbildes zu einer zentralen gesundheitspolitischen Aufgabe. JARA-BRAIN Wissenschaftler um Gerhard Gründer sind daher seit Jahren in Aachen und Jülich den neurochemischen Ursachen der Erkrankung auf der Spur. „Wir gehen davon aus, dass bei Patienten mit Schizophrenien das dopaminerge Neurotransmitter-System in bestimmten Hirnregionen, die zum limbischen System gehören, hyperaktiv ist“, erläutert der Psychiater, der an der RWTH Aachen das Lehr- und Forschungsgebiet Experimentelle Neuropsychiatrie leitet. Neurotransmitter sind biochemische Botenstoffe, die Informationen von einer Nervenzelle zur anderen weitergeben.

PET-Untersuchungen sollen Dysbalance zwischen Neurotransmittersystemen aufzeigen

In einer Patientenstudie, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, erforschen die JARA-BRAIN Wissenschaftler beispielsweise, inwiefern die Interaktion zwischen dem dopaminergen und dem cholinergen

System bei Patienten mit einer schizophrenen Störung gestört ist. „Es gibt gute Belege dafür, dass das Gehirn des Patienten die gesteigerte Dopaminausschüttung durch eine erhöhte Ausschüttung eines anderen Neurotransmitters, Acetylcholin, zu kompensieren versucht. Wir vermuten nun, dass bei Patienten mit Schizophrenien zwischen den beiden Neurotransmittersystemen eine Art Dysbalance besteht“, erläutert Gerhard Gründer. Um dieses Ungleichgewicht näher zu charakterisieren, werden die Patienten im Rahmen der Studie zwei Mal im Positronenemissionstomographen (PET) untersucht. „Zunächst messen wir bei gesunden Probanden und bei Patienten mit einer schizophrenen Störung die Dopaminfreisetzung im nicht medizierten Zustand. Die zweite Untersuchung findet statt, nachdem die Probanden ein Medikament eingenommen haben, das die cholinerge Neurotransmission hemmt“, berichtet der Psychiater. Die Wissenschaftler vermuten, dass bei Patienten mit einer Schizophrenie die Dopaminfreisetzung dadurch stärker enthemmt wird als bei den gesunden Probanden. Die Ergebnisse sind für neue pharmakologische Therapien re-

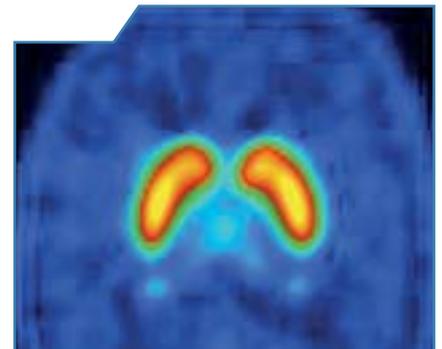
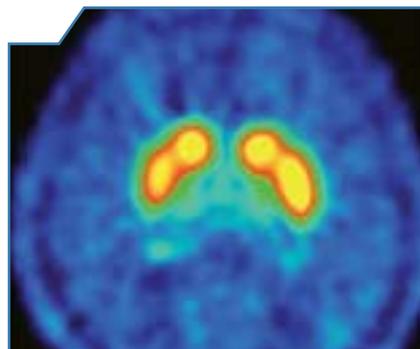
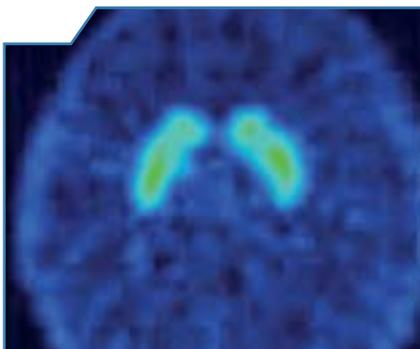


levant. Denn: „Patienten mit einer Schizophrenie können so genannte Positiv- und Negativsymptome vorweisen“, erläutert Gerhard Gründer. „Es gibt gute Hinweise dafür, dass den Positivsymptomen wie Sinnestäuschungen oder akustischen Halluzinationen eine gesteigerte dopaminerge Neurotransmission zugrunde liegt. Demgegenüber ist zumindest ein Teil der Negativsymptome wie zum Beispiel sozialer Rückzug oder Affektverflachung wahrscheinlich auf eine kompensatorisch gesteigerte cholinerge Transmission zurückzuführen. Unsere Untersuchungen sollen dazu beitragen zu verstehen, wie wir diese Dysbalancen medikamentös beeinflussen können.“ Derzeit lassen

sich die Positivsymptome durch Antipsychotika relativ gut kontrollieren. Im Gegensatz dazu können aber kognitive Störungen und Negativsymptome bisher nur mäßig therapiert werden.

Hier sieht Gerhard Gründer ein großes wissenschaftliches Betätigungsfeld: „Um den Patienten langfristig eine gute Lebensqualität zu bieten, müssen wir verträgliche und nebenwirkungsarme Antipsychotika entwickeln, die auch die Negativsymptome oder die kognitiven Störungen verringern.“ Der JARA-BRAIN Wissenschaftler beteiligt sich daher federführend an einer großen pharmakologischen Multicenter-Studie, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Rund

650 Patienten mit einer schizophrenen Störung in zehn deutschen Kliniken sind in die Studie eingebunden, bei der die Therapie mit etablierten Antipsychotika und neuen Substanzen hinsichtlich Heilungserfolg, Nebenwirkungen und Kosten verglichen wird. Denn viele der neuen Substanzen stehen in der Kritik. Sie gelten als zu teuer, und das ohne durchschlagende Therapieverbesserungen. Gerhard Gründer: „Öffentliche, pharmaanabhängige Forschung ist eine sinnvolle und notwendige Ergänzung zu der von der pharmazeutischen Industrie durchgeführten Forschung, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die nicht durch Industrieinteressen beeinflusst sind.“



Schizophrenie-Patienten benötigen Medikamente, die die Dopaminrezeptoren im Gehirn blockieren. Die Bilder aus dem Positronenemissionstomographen (PET) zeigen, wie intensiv drei verschiedene Antipsychotika an die Dopaminrezeptoren binden. Bei Aripiprazol (links) signalisieren die blaue und grüne Farbe, dass viele Rezeptoren besetzt sind. Das Rot und Gelb bei Clozapin (Mitte) und Quetiapin (rechts) ist ein Indiz für viele durch die Medikamente unbesetzte Dopaminrezeptoren.



Rund 800.000 Menschen leiden in Deutschland an dem Tourette-Syndrom. Typische Symptome der Erkrankung sind motorische und vokale Tics. Diese treten spontan auf und sind von den Betroffenen kaum zu steuern. Forscher haben herausgefunden, dass das Tourette-Syndrom unter anderem durch strukturelle Veränderungen in den Basalganglien erklärt werden kann.

Einen Tic(k) anders

Es beginnt mit einem Augenblinzeln oder Kopfzucken. Manchmal auch mit Räuspern oder Grimassen. Das Tourette-Syndrom ist eine neurobiologische Erkrankung, bei der die Betroffenen spontan auftretende motorische oder vokale Tics entwickeln.

Die Patienten von Dr. Irene Neuner, Oberärztin der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Aachen, kommen von weit her. Nur wenige deutsche Krankenhäuser bieten bisher Tourette-Sprechstunden an. Dabei findet sich die neurobiologische Erkrankung bei etwa einem Prozent der Bevölkerung. Das heißt: Rund 800.000 Menschen leiden in Deutschland an motorischen und vokalen Tics, die unwillkürlich auftreten und von den Betroffenen kaum zu steuern sind. „Das Tourette-Syndrom ist eine Erkrankung des Fachgebietes Psychiatrie, die im Grundschulalter erstmals auftritt, während der Pubertät häufig ihre stärkste Ausprägung zeigt und sich im

jungen Erwachsenenalter in bis zu 60 Prozent der Fälle vollständig wieder zurückbildet“, berichtet Irene Neuner. Zwar lassen sich die Symptome medikamentös über atypische Neuroleptika mildern: Eine erfolgreiche Therapie mit Hoffnung auf vollständige Heilung gibt es bisher nicht.

Dank der modernen bildgebenden Verfahren ist die Wissenschaft aber erheblich weiter als Anfang des 19. Jahrhunderts, als der französische Neurologe Georges Gilles de la Tourette das Syndrom erstmals beschrieb. Heutzutage können Mediziner und Psychologen mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) beobachten, was im Gehirn eines Tourette-Patienten

während eines Tics passiert. Mittlerweile ist bekannt, dass die Erkrankung unter anderem durch strukturelle Veränderungen in einem bestimmten Gehirnareal, den Basalganglien, erklärt werden kann. „Bei Tourette-Patienten sind die Basalganglien hyperaktiv, was unter anderem durch den Botenstoff Dopamin ausgelöst wird“, berichtet Irene Neuner. Erleben die Betroffenen Stresssituationen, heizt die Amygdala, die für die emotionale Verarbeitung von Ereignissen im Gehirn verantwortlich ist, die Basalganglien weiter an. Damit häufen sich die Tics, was wiederum neue Stressmomente bei den Patienten auslöst. Eine Spirale setzt sich in Gang. Andererseits können Tätigkeiten, die

hohe Konzentration und Aufmerksamkeit erfordern – hier sind präfrontale Gehirnareale aktiv – die Basalganglien bremsen und der Betroffene tict kaum noch. In besonders schweren Fällen ist die so genannte Tiefe Hirnstimulation eine innovative Therapieoption. Hierbei setzt ein Neurochirurg dem Tourette-Erkrankten einen Hirnschrittmacher unter das Schlüsselbein ein. Dieser sendet Signale an zwei stricknadeldünne, längliche Elektroden, die in die Basalganglien eingeführt wurden. Ein viel versprechender Eingriff, der weltweit allerdings erst 40 bis 60 Mal erfolgte.

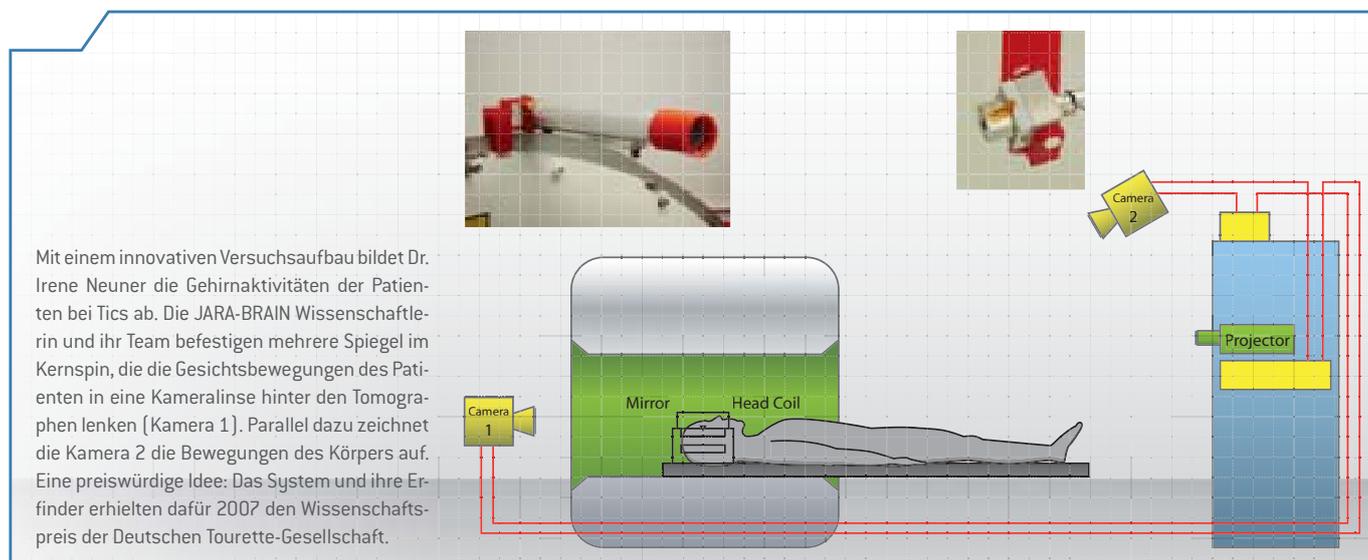
Innovatives „Spiegel-Kabinett“ zeigt, was während eines Tics im Gehirn passiert

Für die Wissenschaftlerin Irene Neuner ist das Tourette-Syndrom eine große wissenschaftliche Herausforderung. Nicht zuletzt aufgrund der Fortschritte in der strukturellen und funktionellen Hirnforschung ist heute klar, dass es sich bei den Tics nicht um umweltbedingte „schlechte“ Angewohnheiten handelt, sondern um handfeste neurobiologische Störungen. Deren Ursachen sind Forscher in Jülich und Aachen im Rahmen von JARA-BRAIN auf der Spur. Ein mobiles Kamera-Equipment, das Irene Neuner gemeinsam mit den Jülicher Physikern Prof. Dr. N. Jon Shah, Dr. Tony Stöcker und Hans-Peter Wegener entwickelte, hilft dabei. Es macht aus einem Untersuchungsraum mit Kernspintomographen ein kleines „Spiegel-Kabinett“.

„Unser Problem war, dass wir nicht einfach eine Kamera im Kernspintomographen installieren konnten. Diese hätte das Magnetfeld gestört, die Grundlage unserer Gehirnaufnahmen“, berichtet Irene Neuner. Prinzipiell gilt: Nicht einmal ein Ohrring oder eine Gürtelschnalle dürfen mit in die „Röhre“, da sie das Ergebnis verfremden. Die JARA-BRAIN Forscher lösten das Problem, indem sie ein Kamerasystem aus MR-kompatiblen Materialien bauten und mehrere Spiegel im Kernspin über dem Gesicht des Probanden befestigten. Diese lenken nun die Bilder der Gesichtsbewegungen in eine Kameralinse hinter den Tomographen. Parallel dazu fängt ein Spiegel an der Decke des Untersuchungsraums die Bewegungen des ganzen Körpers ein. Alle Daten werden anschließend außerhalb des Raums an Rechnern ausgewertet. Das innovative System und ihre Erfinder erhielten dafür 2007 den Wissenschaftspreis der Deutschen Tourette-Gesellschaft.

Irene Neuner schätzt die interdisziplinäre Zusammenarbeit: „Das ist das wirklich Faszinierende an der JARA-BRAIN Kooperation. Ich habe interessante klinische Fragestellungen und kann sie in Aachen und Jülich interdisziplinär diskutieren und analysieren – ein Paradebeispiel für Translationsforschung.“ Neben den funktionellen Störungen im Gehirn von Tourette-Patienten geht sie auch strukturellen Veränderungen nach. So konnten die Wissenschaftlerin und ihr

Team beispielsweise mittels Diffusion-Tensor-Imaging (DTI) nachweisen, dass sich die Nervenfaserverbindungen von Tourette-Patienten in der so genannten „Pyramidenbahn“, der wichtigsten Nervenbahn für Bewegung, von gesunden Probanden unterscheiden. DTI kann die Faserbahnen im Gehirn darstellen, in dem es folgendes Phänomen ausnutzt: „Während sich die Diffusion von Wasser im Gehirn bei Gesunden geordnet und parallel zur Nervenbahn abspielt, zeigte es sich, dass bei den Erkrankten die Faserbahnen geschädigt sind – und somit die Diffusion ungeordnet in viele Richtungen abläuft“, erläutert Irene Neuner. Die Methodenkompetenz der Jülich Aachener Kooperation ist hier besonders wegweisend. So kombinieren die Tourette-Forscher außerdem seit einiger Zeit die funktionelle Kernspintomographie mit elektrophysiologischen Methoden. Im Gegensatz zum Kernspin, das eine hohe räumliche, aber eine schlechte zeitliche Auflösung hat, besitzen elektrophysiologische Signale eine Auflösung im Bereich von Millisekunden. Kombiniert man die Signale der funktionellen Kernspintomographie mit den elektrophysiologischen Methoden wie EEG oder evozierten Potenziale kann man die neuronalen Netzwerke feiner charakterisieren. So wird am Beispiel Tourette deutlich, was die Qualität von JARA-BRAIN ausmacht: die komplette Kompetenz von der Grundlagenforschung über die klinische Versorgung von Patienten bis hin zur Entwicklung neuer Therapien.



Neue Messverfahren für junge Patienten

Um psychische Erkrankungen wie das Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS) oder den Autismus im Kinder- und Jugend-Alter zu erforschen, sind verfeinerte Messmethoden notwendig. Hierfür werden die bildgebenden Verfahren von Psychiatern, Physikern und Informatikern weiterentwickelt.

Lange ruhig zu sitzen oder zu liegen, fällt schon gesunden Kindern nicht leicht. Für junge ADHS-Patienten, die unter impulsivem Handeln und häufig auch unter Hyperaktivität leiden, sind 30- bis 60-minütige Untersuchungen in der engen Röhre eines Magnetresonanztomographen kaum zu schaffen. Diese Zeit wird aber derzeit benötigt, um verwertbares Bildmaterial in der Diffusionstensor-Bildgebung zu erhalten, welche Rückschlüsse auf den Verlauf der Faserverbindungen zwischen verschiedenen Hirnarealen erlaubt. „Viele psychische Erkrankungen wie beispielsweise ADHS und Autismus lassen sich unter anderem darauf zurückführen, dass das Zusammenwirken verschiedener Hirnbereiche gestört ist“, erläutert Prof. Dr. Kerstin Konrad. Daher ist die Professorin, die an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie am Universitätsklinikum Aachen das Lehr- und Forschungsgebiet „Klinische Neuropsychologie des Kinder- und Jugendalters“ leitet, ebenso wie ihre Kollegen, auf genaue und kontrastreiche Bilder angewiesen, um die Entwicklung des Ge-

hirns und mögliche Veränderungen bei Patienten mit kinder- und jugendpsychiatrischen Erkrankungen beobachten zu können.

„Das Kindergehirn ist nicht nur ein wenig kleiner als ein Erwachsenengehirn“, erläutert die Psychologin, „sondern es weist entwicklungsbedingt auch Veränderungen in bestimmten Hirnregionen auf.“ So ist bekannt, dass tiefer liegende Hirnregionen wie die Amygdala oder der Nucleus accumbens in den Basalganglien - Areale, die unter anderem Belohnungsreize verarbeiten - früher reifen als etwa der präfrontale Kortex, der für kognitive Entscheidungen und Kontrollfunktionen zuständig ist. Daher gewichtet das Gehirn von Pubertierenden Risikosituationen häufig anders als das von Erwachsenen. „Pubertierende suchen oft einen emotionalen Kick“, berichtet Kerstin Konrad. Dies können vergleichsweise harmlose Dinge wie kleine Mutproben sein, aber seltener auch illegale Aktionen wie Ladendiebstähle, U-Bahn-Surfen oder Drogenkonsum. Wie genau die Interaktion zwischen den verschiedenen Hirnarealen sowohl auf struktu-

reller als auch funktioneller Ebene sich im Laufe der Entwicklung manifestiert und wann in dieser Entwicklung Störungen auftreten können, ist bislang noch wenig erforscht.

Das Diffusions-Tensor-Imaging wird auf Kinder und Jugendliche angepasst

Um die Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen besser abbilden zu können, kooperiert Kerstin Konrad im Rahmen von JARA-BRAIN mit Prof. Dr. N. Jon Shah, dem Leiter der Arbeitsgruppe Magnetresonanz-Physik und Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin 4 am Forschungszentrum Jülich. Der Physiker und sein Team entwickeln Messmethoden der Magnetresonanztomographie (MRT) stetig weiter, um sie an die Besonderheiten des kindlichen Gehirns anzupassen und durch verbesserte Mess-Sequenzen die Messzeiten weiter zu reduzieren. „Unser gemeinsames Ziel ist es, die Messzeiten im Kernspintomographen bei Kindern auf fünfzehn Minuten zu reduzieren“,



Rund fünf Prozent aller Schulkinder leiden unter dem so genannten Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHS). Sie können sich nicht lange konzentrieren und sind motorisch überaktiv. Moderne Bildgebungsverfahren und Messmethoden zeigen, dass bei ADHS-Patienten unter anderem das Zusammenwirken verschiedener Hirnbereiche gestört ist.

erläutert Kerstin Konrad. Zudem wollen die JARA-BRAIN Wissenschaftler auch das Diffusions-Tensor-Imaging (DTI) für Kinder und Jugendliche etablieren. Mit diesem bildgebenden Verfahren ist es möglich, die Diffusionsbewegung von Wassermolekülen im Hirngewebe zu messen und somit die weiße Substanz im Gehirn zu untersuchen sowie Rückschlüsse auf den Verlauf der Faserbündel zu ziehen. „Hierbei profitieren wir vom exzellenten technischen Know-how der Jülicher Kollegen“, berichtet die Psychologin. Bei psychisch auffälligen Kindern und Jugendlichen gibt es eine Reihe von weiteren Veränderungen bei der Entwicklung beziehungsweise im Zusammenspiel von Hirnarealen. So vermuten

Wissenschaftler, dass bei ADHS-Kindern und -Jugendlichen beispielsweise die langen Faserverbindungen im Gehirn – etwa zwischen dem vorderen und hinteren Zingulum – vermindert sind. „Dies würde beispielsweise erklären, warum die Top-down-Kontrolle, also die stärkere kognitive Kontrolle von Impulsen und emotionalen Affekten, bei ADHS-Patienten häufig eingeschränkt ist.“

Neue Mess-Sequenzen machen Veränderungen im Gehirn bei Patientinnen mit Essstörungen sichtbar

Mit Hilfe einer anatomischen Aufnahme und einer neuen Mess-Sequenz zur schnellen und hochaufgelösten

Bestimmung der absoluten lokalen Wasserkonzentration im Hirngewebe lassen sich beispielsweise schon heute die Hirnveränderungen bei Mädchen mit Essstörungen genauer darstellen. So führten die Wissenschaftler an der Kinder- und Jugendpsychiatrie am Aachener Universitätsklinikum gemeinsam mit Prof. Shah unlängst eine Studie durch, bei der sie das Hirnvolumen neu in der Klinik aufgenommenen Patienten mit Magersucht maßen. Die Ergebnisse waren frappierend: „Die abgemagerten Mädchen wiesen einen extremen Verlust an Hirnvolumen auf. Das heißt die Hirne schrumpfen ganz stark unter den Strapazen“, berichtet Kerstin Konrad. Die neuen Untersuchungen erlauben jetzt erstmalig auch genauere Auswertungen, ob in erster Linie Fette abgebaut werden oder die Abnahme des Volumens auf Veränderungen des Wassergehalts im Hirngewebe zurückzuführen ist. Die gute Nachricht zum Schluss: „Diese Vorgänge im Gehirn sind hochreversibel. Legen die Patienten an Gewicht zu, nimmt das Volumen im Gehirn in der Regel ebenfalls wieder zu.“

Bei Patientinnen mit Magersucht nimmt auch das Hirnvolumen drastisch ab. Links das Gehirn eines 16-jährigen Mädchens mit Anorexia nervosa mit einem Body Mass Index von 14. Im Vergleich dazu rechts das Gehirn eines 16-jährigen gesunden Mädchens mit einem Body Mass Index von 20.



Facts and Figures

JARA-BRAIN:	Die Sektion
Gründung:	August 2007
Gründungsdirektoren:	Prof. Dr. Dr. Frank Schneider, RWTH Aachen Prof. Dr. Karl Zilles, Forschungszentrum Jülich GmbH
Förderung:	Gefördert im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder von November 2007 bis Oktober 2012 mit mehr als 5 Mio. Euro
Mittelverwendung:	Berufung von vier Juniorprofessoren/innen und Ausstattung mit Mitarbeitern und Grundfinanzierung Seed-Funds für innovative Hochrisikoprojekte Hauptamtliche Geschäftsführung
Geschichte:	<p>Mit der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) wurde im August 2007 ein Partnerschaftsmodell zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung von hoher internationaler Ausstrahlung geschaffen. Das neue organisatorische und vertragliche Rahmenwerk hebt die Zusammenarbeit der RWTH Aachen mit dem Forschungszentrum Jülich auf ein neues Niveau. JARA verbindet gezielt international ausgewiesene Forschungsfelder, die sich in ihrem fachlichen Profil ergänzen und somit in ihrer Leistungsfähigkeit potenzieren. Mit rund 3.800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem jährlichen Budget von 350 Mio. Euro (Stand 2009) schafft die Jülich Aachen Research Alliance einzigartige Bedingungen für Forschung und Lehre. Derzeit wird in vier zukunftssträchtigen Feldern geforscht. Die Sektionen:</p> <ul style="list-style-type: none">· JARA-BRAIN Translational Brain Medicine· JARA-FIT Fundamentals of Future Information Technology· JARA-SIM Simulation Sciences· JARA-ENERGY <p>Mit JARA-BRAIN verfestigt sich die bereits bestehende Zusammenarbeit in zahlreichen Projekten zwischen den Fakultäten der RWTH Aachen z.B. in den Ingenieurwissenschaften, der Physik, der Informatik und der Medizinischen Fakultät einerseits und den entsprechenden Instituten am Forschungszentrum Jülich andererseits.</p>

Links:

JARA und JARA-BRAIN:	www.jara.org
RWTH Aachen:	www.rwth-aachen.de
Forschungszentrum Jülich:	www.fz-juelich.de
Universitätsklinikum Aachen:	www.ukaachen.de
Internationales Graduiertenkolleg (IRTG 1328):	www.irtg-schizophrenia-autism.de

Seed-Fund Projekte:

Die JARA-BRAIN Forschungsvorhaben decken die gesamte translationale Erkenntniskette von der Grundlagenforschung über bildgebende Messtechniken bis zu klinisch unmittelbar relevanten Arbeiten ab. Dies spiegelt sich insbesondere in den JARA-BRAIN Seed Funds wider, für die insgesamt 850.000 Euro zur Verfügung gestellt wurden. So arbeitet eine interdisziplinäre Forschergruppe aus Medizinerinnen, Psychologinnen und Informatikerinnen beispielsweise an hochkomplexen Computersimulationen, mit deren Hilfe funktionelle Hirnuntersuchungen im Magnetresonanztomographen und deren Auswertungen simuliert werden können. In einem anderen Forschungsprojekt entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler moderne bildgebende Messtechniken wie die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI) oder das Diffusions-Tensor-Imaging (DTI) für Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen weiter. Auch Patienten mit Primär Progressiver Aphasie (PPA) stehen im Mittelpunkt eines weiteren JARA-BRAIN Seed-Fund Projekts. Weitere Themen sind Echtzeitbildgebung, die Weiterentwicklung eines Hirnstimulators, die Vorhersage schizophrener Episoden oder die synaptische Signalübertragung beim Menschen.

JARA-BRAIN – Die Mitglieder:

37 Professorinnen und Professoren von RWTH Aachen und Forschungszentrum Jülich
(Stand Januar 2010)

Univ.-Prof. Dr. Til Aach, Univ.-Prof. Dr. Katrin Amunts, Univ.-Prof. Dr. Cordian Beyer, Univ.-Prof. Dr. Heinz H. Coenen, Univ.-Prof. Dr. Michael J. Eble, Univ.-Prof. Dr. Simon Eickhoff, Univ.-Prof. Dr. Dirk Feldmeyer, Univ.-Prof. Dr. Jürgen Floege, Univ.-Prof. Dr. Siegfried Guggel, Univ.-Prof. Dr. Joachim Michael Gilsbach, Univ.-Prof. Dr. Gerhard Gründer, Univ.-Prof. Dr. Ute Habel, Univ.-Prof. Dr. Beate Herpertz-Dahlmann, Univ.-Prof. Dr. Ralf-Dieter Hilgers, Univ.-Prof. Dr. Ludwig Jäger, Univ.-Prof. Dr. Leif Kobbelt, Univ.-Prof. Dr. Iring Koch, Univ.-Prof. Dr. Kerstin Konrad, Univ.-Prof. Dr. Joachim Lübke, Univ.-Prof. Dr. Dr. Klaus Mathiak, Univ.-Prof. Dr. Johannes Noth, Univ.-Prof. Dr. Kathrin Reetz, Univ.-Prof. Dr. Rolf Rossaint, Univ.-Prof. Dr. Stefan Schael, Univ.-Prof. Dr. Dr. Frank Schneider, Univ.-Prof. Dr. Jörg B. Schulz, Univ.-Prof. Dr. N. Jon Shah, Univ.-Prof. Dr. Peter Tass, Univ.-Prof. Dr. Armin Thron, Univ.-Prof. Dr. Christian Trautwein, Univ.-Prof. Dr. Ingo B. Vernaleken, Univ.-Prof. Dr. Hermann Wagner, Univ.-Prof. Dr. Joachim Weis, Univ.-Prof. Dr. Klaus Willmes-von Hinckeldey, Univ.-Prof. Dr. Florian D. Zepf, Univ.-Prof. Dr. Klaus Zerres, Univ.-Prof. Dr. Karl Zilles

Bildnachweis

Forschungszentrum Jülich:	S. 7, S. 11 Mitte, S. 18-19, S. 21, S. 23-25, S. 28-29
Universitätsklinikum Aachen:	S. 10 unten, S. 11 oben links, S. 11 unten, S. 13 oben rechts, S. 14–17, S. 33 unten, S. 35 unten
Michaela Müther/ Universitätsklinikum Aachen:	S. 13 oben links
Peter Winandy:	S. 27
adapted by permission from Macmillan Publishers Ltd: Nature Reviews Drug Discovery, AOP, p. 4, 13 February 2009	Abbildungen S. 31 unten
Medical Art Service	Titel
Shutterstock	S. 10, S. 12, S. 20, S. 31 oben, S. 32, S. 35 oben
Getty Images	S. 9

Impressum

Herausgeber: JARA-BRAIN

Direktoren: Prof. Dr. Dr. Frank Schneider
Universitätsklinikum Aachen
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen
Telefon 0241/80-89633

Prof. Dr. Karl Zilles

Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM)
Forschungszentrum Jülich
52423 Jülich
Telefon 02461/61-6443

Redaktion: Volker Backes
Ilse Trautwein

Text: Ilse Trautwein

Grafische Umsetzung: POWER+RADACH Werbeagentur GmbH
Drehturm Belvedereallee 5
52070 Aachen
Telefon: 0241/91880-0

Druck: Druck Center Meckenheim GmbH
Werner-von-Siemens-Str. 13
53340 Meckenheim
Telefon 02225/8893-550

Auflage: 1.000

Kontakt: Dipl.-Psych. Volker Backes
JARA-BRAIN Geschäftsführer
Universitätsklinikum Aachen
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen
Telefon 0241/80-89688
E-Mail: vbackes@ukaachen.de



AN INITIATIVE OF

RWTHAACHEN
UNIVERSITY



JÜLICH
FORSCHUNGSZENTRUM

www.jara.org